

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍAS EN SALUD

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA PARA LA PREVENCIÓN DE  
LAS PRINCIPALES LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS DE MIEMBROS  
INFERIORES EN VELOCISTAS DE LOS EQUIPOS DE ATLETISMO DE LA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, UNIVERSIDAD NACIONAL, UNIVERSIDAD  
ESTATAL A DISTANCIA Y TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

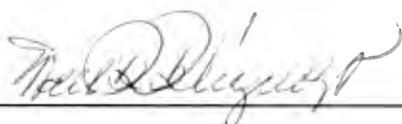
Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Tecnologías en Salud para optar al  
grado de Licenciatura en Terapia Física

Diana María Hernández Zúñiga - A62831  
Angélica María Marenco García - A83656

2015

### Hoja de aprobación

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar al grado de Licenciatura en Terapia Física, el día 05 de mayo del 2015.



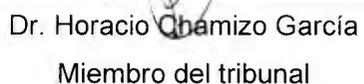
---

M.Sc. Rocío Rodríguez Villalobos  
Miembro del tribunal



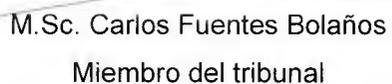
---

Licda. Berta Álvarez Montoya  
Miembro del tribunal



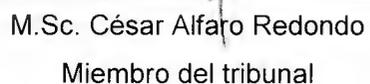
---

Dr. Horacio Chamizo García  
Miembro del tribunal



---

M.Sc. Carlos Fuentes Bolaños  
Miembro del tribunal



---

M.Sc. César Alfaro Redondo  
Miembro del tribunal

**Derechos de propiedad intelectual**

Esta investigación pertenece a Diana María Hernández Zúñiga y a Angélica María Marengo García. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la previa autorización por escrita de ambas autoras, según lo establecido en la Ley N° 6683 de la Legislación de Costa Rica.

**Dedicatoria**

Este esfuerzo se lo dedico a mi madre que siempre me apoyó y me impulsó a avanzar, a mi esposo que me acompañó en este proceso, a mis hermanos que me brindaron aliento y a mi hija “mi compañerita de vida” que es mi principal motivación y orgullo.

Angélica M.G.

Dedico este logro primeramente a Dios y luego a mi familia, los cuales han sido incondicionales para mí. En todo momento me alentaron e impulsaron a seguir adelante.

Diana H.Z.

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios por este logro y a mi familia que me apoyo siempre. Asimismo a compañeros, profesores y colaboradores que con su presencia ayudaron a culminar esta investigación.

Angélica M.G.

Primeramente agradezco a Dios, el cual me ha permitido cumplir esta meta. También a mi papá, a mi mamá y a mis hermanos, los cuales de una u otra manera me apoyaron para que este sueño se hiciera realidad. Además, a los docentes y colaboradores que tuvieron participación a lo largo de este proyecto.

Diana H.Z.

## Índice general

Hoja de aprobación	ii
Derechos de propiedad intelectual	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general	vi
Resumen	ix
<i>Capítulo I. Introducción</i> .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
<i>Capítulo II. Marco teórico</i> .....	9
2.1. Salud como producto social.....	10
2.2. Promoción y prevención en salud.....	11
2.3. Intervención fisioterapéutica y prevención en salud.....	12
2.4. Actividad física y deporte .....	12
2.5. Características generales del atletismo.....	14
2.6. Divisiones del atletismo.....	15
2.7. Descripción de la disciplina: velocistas.....	17
2.8. Técnica de los velocistas.....	17
2.9. Factores de riesgo en atletas de velocidad.....	19
2.10. Lesiones en velocistas.....	23
2.11. Prevención de lesiones en velocistas.....	29
2.12. Operacionalización de variables e indicadores.....	36
<i>Capítulo III. Marco metodológico</i> .....	41
3.1. Enfoque.....	41
3.2. Tipo de estudio.....	41
3.2.1. Precisión.....	41
3.2.2. Validez interna.....	42

3.2.3. Validez externa.....	43
3.3. Espacio y tiempo.....	43
3.3.1. Espacio.....	43
3.3.2. Tiempo.....	44
3.4. Unidad de análisis.....	44
3.5. Población.....	44
3.5.1. Características generales.....	44
3.5.2. Criterios de inclusión.....	44
3.5.3. Criterios de exclusión.....	45
3.6. Técnica de recolección de datos.....	45
3.7. Instrumentos.....	45
3.8. Alcances.....	47
3.9. Limitaciones.....	48
3.10. Plan de análisis.....	48
3.11. Consideraciones éticas.....	49
<i>Capítulo IV. Descripción y análisis de resultados.....</i>	51
4.1. Presentación de los datos.....	51
4.1.1. Generalidades de la población.....	51
4.1.2. Registro de lesiones en miembros inferiores.....	53
4.1.3. Caracterización de los datos relacionados con la fuerza muscular en miembros inferiores.....	58
4.1.4. Caracterización de los datos relacionados con los arcos de movilidad en miembros inferiores.....	66
4.1.5. Caracterización de los datos relacionados con las habilidades físicas en los velocistas.....	69
4.1.6. Caracterización de los datos relacionados con la observación de los entrenamientos en los velocistas.....	71
4.2. Análisis de riesgo simple.....	74
4.3. Análisis de riesgo múltiple.....	80
<i>Capítulo V. Propuesta de intervención.....</i>	88
5.1. Ejercicios de calentamiento.....	89
5.1.1. Calentamiento general.....	90

5.1.2. Ejercicios propioceptivos.....	90
5.2. Ejercicios de estiramiento.....	92
5.3. Ejercicios de fortalecimiento.....	99
5.4. Ejercicios de enfriamiento.....	105
<i>Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones.....</i>	<i>108</i>
6.1. Conclusiones.....	108
6.2. Recomendaciones.....	111
Referencias bibliográficas.....	115
Anexos.....	124

**Citado según formato APA**

Hernández Zúñiga, D., Marengo García, A. (2015). *Propuesta de intervención fisioterapéutica para la prevención de las principales lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en velocistas de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, San José, C.R.

**Palabras claves**

Terapia física, propuesta, prevención, lesiones musculoesqueléticas, velocistas, atletismo, deporte, factores de riesgo.

**Resumen**

Esta investigación se realizó desde el enfoque de promoción de la salud y prevención de lesiones deportivas en velocistas; cuya metodología fue de carácter cuantitativo y observacional descriptivo de corte transversal.

Actualmente en Costa Rica no existen investigaciones previas relacionadas con factores de riesgo asociados con las lesiones musculoesqueléticas en los atletas de velocidad, por lo cual el presente estudio se postula como un marco referencial para estudios posteriores con dicha población.

La población analizada la constituyeron 28 atletas velocistas universitarios pertenecientes a los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica.

Del total de la población estudiada el 85,7% indicaron alguna lesión en miembros inferiores durante el tiempo que llevan practicando el atletismo de velocidad. Asimismo se destaca que de esas lesiones el 68% se produjo durante los entrenamientos, el 69,8% tienen como mecanismo de lesión la sobrecarga muscular y la mayoría se presentaron en miembro inferior derecho, siendo la pierna y el muslo las zonas anatómicas con mayor prevalencia.

Según tipo de lesión, las que presentaron relevancia porcentual fueron: la periostitis 37,5%, ruptura muscular 33,3%, esguince 25%, distensión, contractura y tendinitis 21% cada una.

Asimismo todos los velocistas presentaron fuerza muscular en un rango entre 3 (regular) y 5 (normal), siendo la mayoría con puntuaciones de 4 (bien).

En cuanto a las habilidades físicas, la mayoría de los velocistas presentaron el calificativo de “pobre” y “muy pobre” en la prueba de resistencia aeróbica, en la prueba de coordinación la totalidad obtuvo puntuación de “excelente” y en la prueba de flexibilidad un alto porcentaje consiguió calificación “promedio”.

El análisis múltiple mostró que ser mujer, tener sobreuso de las estructuras de la tibia y realizar ejercicios de estiramiento por un tiempo menor a cinco minutos podría generar 1 probabilidad más de padecer de periostitis tibial que los atletas no expuestos. Asimismo el riesgo de lesionarse de periostitis es 2 veces mayor en los velocistas que presentan lesión recidivante.

Además en el análisis múltiple de la ruptura muscular se obtuvo que los velocistas que presentan bajo peso manifiestan 5 veces mayor probabilidad de lesión que los atletas con índices de masa corporal en rangos normales. Además los deportistas que realizan menos de diez minutos de calentamiento previo presentan 3 veces mayor riesgo de ruptura muscular.

Finalmente con los resultados obtenidos en este estudio, se formuló una propuesta de intervención fisioterapéutica que consta de ejercicios de calentamiento, ejercicios de estiramiento, ejercicios de fortalecimiento muscular y ejercicios para la fase de enfriamiento.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se desarrolla el planteamiento del problema de investigación, la definición de los objetivos del estudio y la respectiva justificación.

#### 1.1. Planteamiento del problema

El atletismo se ha practicado desde la antigüedad, pero no es hasta en 1837 que se conoce al atletismo como disciplina de competición deportiva, cuando se documenta que en el Eton College en Inglaterra se llevaron a cabo competiciones entre los estudiantes de la institución (Rius, 2005). Desde entonces se ha practicado el atletismo como deporte, pero su técnica y reglas, se han ido perfeccionando con el tiempo.

Según Mazzeo y Mazzeo (2008) existen divisiones en el atletismo, que se clasifican en pruebas de campo y de pista. Las pruebas de campo se subdividen en saltos y lanzamientos, mientras que las pruebas de pista se subdividen en velocidad (100, 200 y 400 metros planos), medio fondo, fondo, relevos, carreras con obstáculos y pruebas de calle.

En el contexto internacional la entidad encargada de la regulación de la práctica deportiva es la International Association of Athletics Federations (IAAF), esta asociación establece la reglamentación internacional para las competiciones y desarrolla programas educacionales en torno al atletismo.

En Costa Rica el atletismo se encuentra regido por la Federación Costarricense de Atletismo (FECOAT), entidad que brinda información sobre competiciones y otras informaciones relevantes al atletismo.

La práctica de atletismo es mayoritariamente recreativa, el entrenamiento y los grupos de atletismo generalmente no desarrollan sus actividades durante todo el año. El lugar de entrenamiento también es variable según disposición del lugar, horarios y conveniencia del atleta. Paralelo a esto se menciona que en los equipos de atletismo la mayor parte de

los individuos optan por las carreras de velocidad, conformándose esta, según Méndez (2011), como la subdivisión de la disciplina con más integrantes.

Los corredores deben contar con aspectos importantes para una adecuada técnica, como son la velocidad, fuerza y coordinación, además es imprescindible que los velocistas desarrollen adecuadamente la musculatura requerida para la ejecución de las carreras.

Es importante destacar que las “lesiones de las extremidades inferiores son las más comunes en el atletismo” (IAFF, 2008), esto por las “acciones de correr, saltar, producir y lanzar enormes fuerzas de reacción del suelo que debe ser absorbida por la cadena cinética del cuerpo” (IAFF, 2008).

Internacionalmente, según Imboden, Hellmann y Stone (2011) aproximadamente entre el 45 y 70% de los corredores experimentan algún tipo de lesión musculoesquelética cada año y como principales causas de lesiones están los movimientos repetitivos y eventos traumáticos. Los principales factores de riesgo son: lesión previa, carrera competitiva, entrenar largas distancias, incrementos abruptos de intensidad y duración del entrenamiento, correr en superficies duras y uso de calzado inadecuado.

Asimismo Imboden et al. (2011) exponen las diez principales lesiones en corredores en el siguiente orden de frecuencia: síndrome patelofemoral, fracturas por estrés, tendinitis aquilea, fascitis plantar, tendinitis patelar, síndrome de la cintilla iliotibial, metatarsalgia, síndrome de estrés tibial, tendinitis tibial posterior y tendinitis peronea. Es importante resaltar que la mayoría de estas lesiones corresponden a corredores de fondo y medio fondo.

En lo que a velocistas se refiere, estos también están propensos a desarrollar lesiones musculoesqueléticas importantes que pueden interferir negativamente en su desempeño. García y Arufe (2003), demostraron mediante su estudio en Galicia, España, que los velocistas son los que sufren más rupturas de fibras en comparación con los atletas de fondo y medio fondo. Además de las rupturas de fibras, los velocistas presentan lesiones por sobrecargas musculares principalmente en músculos como gastrocnemios, sóleo e isquiotibiales. Todas las lesiones anteriores son atribuibles, según los autores, al “(...) alto número de contracturas y sobrecargas que se producen en esos músculos”.

En Costa Rica, Salazar (2012) señala que “los velocistas se lesionan al menos una vez al año” y Méndez (2011) agrega que,

Los atletas que más se lesionan, son los que duermen menos horas diarias, comen en menor cantidad y aumentan la intensidad y cantidad de horas de entrenamiento, lo que provoca que en el momento de la competición los músculos se lesionen por esfuerzos máximos y submáximos a los que estuvieron sujetos.

Asimismo, en el ámbito nacional, los entrenadores y terapeutas físicos entrevistados concuerdan en que en el país existe faltante de información acerca de la incidencia y prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en los atletas velocistas. A pesar de esto, basados en la experiencia, Salazar (2012) y Flores (2012) coinciden en que la lesión más común en los velocistas es la distensión muscular y desgarros musculares en los músculos isquiotibiales. Además Salazar (2012) explica que “el desgarro de los músculos isquiotibiales se presenta debido a la ejecución de una extensión máxima de rodilla”. También Flores (2012) indica que la “sobrecarga en isquiotibiales” podría relacionarse con un inadecuado tiempo de recuperación en entrenamientos y competencias.

Respecto a las acciones que se pueden implementar para la prevención de lesiones, en el ámbito internacional García y Arufe (2003) plantean cuatro medidas básicas; la primera medida se basa en “paciencia y constancia (...) no buscando el éxito deportivo inmediato, ni la especialización deportiva precoz; ya que (...) la mayoría de las lesiones son provocadas por sobreentrenamiento”; la segunda medida incluye la ejecución de un adecuado calentamiento y estiramientos, para lo cual los autores proponen la realización de “10 a 30 minutos de carrera continua, estiramientos, parte específica y vuelta a la calma con carrera suave y estiramientos”. La tercera medida “consiste en estirar la musculatura tónica y fortalecer la musculatura fásica; para no crear desequilibrios musculares y originar así contracturas u otras lesiones importantes”. Por último, la cuarta medida señala la inclusión de “al menos 3 días por semana de (...) ejercicios de fortalecimiento y estiramientos de las zonas corporales más propensas a padecer las lesiones”, las cuales son la musculatura flexora y extensora de los dedos del pie, tobillo, rodilla, cadera y ligamentos del tobillo, rodilla y cadera.

Además, la IAAF (2009) divulga aspectos claves para evitar las lesiones en los atletas, los cuales son: el acondicionamiento físico que involucre el desarrollo de fuerza, equilibrio, flexibilidad y resistencia cardiovascular, métodos apropiados de entrenamiento, periodos de descanso y recuperación, uso de calzado e implementos adecuados, tener presente la condición psicológica del corredor y siempre tomar en cuenta las condiciones ambientales extremas al desarrollar la práctica de atletismo.

Particularmente en América Latina, la Comisión Nacional del Deporte en México (1998) agrega que la prevención de lesiones en atletas debe darse a través de la habilidad, buen estado físico, nutrición, ejercicios de calentamiento, control del medioambiente y tratamiento adecuado, todo esto, con el objetivo de propiciar y mantener el óptimo rendimiento deportivo de los atletas.

En Costa Rica, Córdoba (2012) refiere que en materia de prevención de lesiones en atletas, “se busca primeramente supervisar los entrenamientos de forma presencial para observar la dinámica de estos y así formular reportes para recomendaciones”. Además señala que “en caso de que el atleta se haya lesionado se debe dar seguimiento al mismo en la reincorporación a los entrenamientos, complementando la intervención con la realización de charlas sobre prevención de lesiones”.

Aunado a esto, Salazar (2012) destaca la importancia de un calentamiento adecuado y de programas de fortalecimiento muscular para prevenir lesiones deportivas y el terapeuta físico Flores (2012) también menciona la importancia del fortalecimiento muscular principalmente de los músculos isquiotibiales “para así evitar el desequilibrio muscular entre el músculo cuádriceps e isquiotibiales”.

Relacionado con la prevención de lesiones en velocistas, se debe resaltar que las referencias se basan en un abordaje integral de ellas, por lo que es importante un equipo de apoyo interdisciplinario que vele por el accionar deportivo de cada atleta.

Internacionalmente, la IAAF indica que el grupo de apoyo o el cuerpo técnico del atleta debe estar conformado por un equipo de atención primaria y un equipo de apoyo secundario; en el equipo de atención primaria se incluye al médico de atención primaria en medicina del deporte, al entrenador personal y al fisioterapeuta. Asimismo el equipo de

apoyo secundario debería estar conformado por: profesional de la salud mental, fisiólogo, cardiólogo, podólogo, ortopedista, dentista, nutricionista, enfermera, personal de laboratorio, oftalmólogo, radiólogo, consultor jurídico y quiropráctico.

En el contexto nacional la FECOA indica que el cuerpo técnico de los equipos de atletismo debe estar conformado por un entrenador jefe, entrenador de área, médico, masajista, nutricionista, psicólogo deportivo, estadígrafo y chaperona (fecoa.org).

A partir de lo expuesto anteriormente surgen las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los factores de riesgo y las lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores que presentan con mayor frecuencia los atletas de velocidad de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica? y desde la intervención de Terapia Física ¿cómo se puede contribuir a la prevención de lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores en velocistas de los equipos de atletismo?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. General

Identificar las principales lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores de los velocistas, con base en la condición musculoesquelética y los factores de riesgo asociados en los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica, 2014.

### 1.2.2. Específicos

- Caracterizar la condición musculoesquelética de los velocistas de los equipos de atletismo de la UCR, UNA, UNED y TEC.
- Precisar los factores de riesgo asociados con las lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores de los velocistas de los equipos de atletismo de la UCR, UNA, UNED y TEC.
- Diseñar una propuesta fisioterapéutica para la prevención de las principales lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores, a partir de los resultados obtenidos en velocistas de los equipos de atletismo analizados.

### 1.3. Justificación

Las personas que se dedican a practicar atletismo idealmente deberían estar supervisadas por personal calificado que vele por la estructuración adecuada de los entrenamientos y durante las competencias.

Al hacer una revisión acerca de los deportes en los cuales se ha realizado algún tipo de investigación, resalta el hecho de que se abordan mayormente disciplinas de tipo colectivo, contrario a lo que sucede en los atletas velocistas, que compiten de manera individual. Y es por esta razón que con esta investigación se pretende contribuir al conocimiento por medio del aporte de información acerca de este deporte y cómo prevenir lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores.

Esta investigación brindaría aportes tanto a instituciones, como a individuos. Entre ellos están: Escuela de Tecnologías en Salud, Universidad de Costa Rica, terapeutas físicos, FECOA y autoridades de los equipos de atletismo, asimismo a los entrenadores, atletas de los equipos de atletismo en estudio y velocistas con condiciones similares.

Con respecto a los aportes a la Escuela de Tecnologías en Salud y la Universidad de Costa Rica, se pretende favorecer la construcción de conocimiento acerca de las lesiones musculoesqueléticas de los velocistas. Al mismo tiempo, el presente documento brindaría información para futuras investigaciones relacionadas con la temática estudiada, al formar parte de los trabajos finales de graduación de la Universidad de Costa Rica.

A los terapeutas físicos, el estudio busca colaborar mediante información acerca de la práctica deportiva en estudio y brindar un marco de acción enfocado en la prevención de lesiones, lo cual serviría de guía para ofrecer una intervención preventiva apegada a la realidad de los velocistas y sus lesiones más frecuentes.

Los aportes a la FECOA y otros entes relacionados con el deporte en nuestro país, como lo es el Instituto Costarricense del Deporte (ICODER), consiste en que se brindaría información sobre la situación actual de los atletas en cuanto a las lesiones musculoesqueléticas de mayor frecuencia y qué acciones preventivas se pueden implementar para así favorecer la salud deportiva del velocista. Estas instituciones

tendrían a disposición una herramienta destinada a prevenir las lesiones más frecuentes en miembros inferiores, permitiéndoles tener al alcance información actualizada para favorecer una mejor tutoría y cuidado del atleta en la práctica deportiva a nivel nacional.

Asimismo la investigación facilitaría información que beneficie las intervenciones de las autoridades de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica, enfocadas principalmente en la planificación y lineamientos relacionados con la prevención de lesiones, favoreciendo así a la disminución de velocistas lesionados y que los equipos no enfrenen con tanta frecuencia dificultades en cuanto a recurso humano por “bajas” en sus equipos a causa de las lesiones.

Por otra parte, los entrenadores podrían contar con recomendaciones fisioterapéuticas preventivas que podrían incluir como parte de sus entrenamientos, fomentando así, el cuidado de los atletas y su permanencia en los equipos, además de propiciar la integridad de la salud del deportista.

En el caso de los atletas en estudio y en condiciones similares, estos podrán disponer de información general que refleje la realidad deportiva relacionada con las principales lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores que sufren con mayor frecuencia los velocistas, además de pautas en torno a la prevención de esas lesiones, lo que contribuiría a que la práctica deportiva en ellos sea mejor controlada, favoreciendo así a que el atleta tenga una permanencia más prolongada en su disciplina, al ser menos propenso a lesiones musculoesqueléticas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se desarrollan los principales conceptos que orientan esta investigación, como lo son: salud, promoción y prevención de la salud, intervención fisioterapéutica en la prevención de salud, actividad física y deporte, características del atletismo y sus divisiones, especificaciones y técnica de los velocistas, factores de riesgo y lesiones predominantes de los atletas de velocidad, así como acciones preventivas que permitan guiar el desarrollo de dicho estudio.

Inicialmente se aborda el tema de salud, ya que los seres humanos como entes sociales se encuentran en relación constante con sus similares y su entorno, lo que incide en su calidad de vida y por ende en su condición de salud.

Relacionado con esto se hace necesario el acercamiento a los conceptos de promoción y prevención en salud, debido a que se constituyen en acciones que pretenden conservar la integridad y plena funcionalidad humana.

Como parte de estas medidas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, los entes internacionales y nacionales brindan pautas que pretenden favorecer el mantenimiento y mejora de la salud, entre éstas se destaca la promoción de actividad física y ejercicio y de forma más especializada deporte, conceptos empleados y diferenciados en el presente apartado.

El interés primario de esta investigación es el conocimiento y análisis de los principales factores de riesgo y lesiones musculoesqueléticas en atletas velocistas, por lo cual se hace necesario brindar previamente un acercamiento a las generalidades y divisiones del atletismo como deporte, para posteriormente desarrollar la especialidad de atletismo de velocidad.

Por último, se realiza una aproximación a las principales medidas preventivas recomendadas por diversos autores, enfocadas en la práctica deportiva de los atletas de

velocidad, que permita posteriormente la elaboración de un plan fisioterapéutico preventivo para dicha población.

### 2.1. Salud como producto social

El concepto salud ha evolucionado con la historia, ya que en una época se enfocaba solamente como la ausencia de enfermedad, luego en 1946, la OMS (2012) declara que es el “completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedad”, pero esta definición de salud indica una condición inalcanzable, que no se basa en la finitud del ser humano y se convierte en un ideal.

Martínez (1998), presenta una perspectiva de salud dirigida hacia el resultado de cómo cada grupo social se integra al proceso reproductivo de la sociedad, lo que genera condiciones de vida particulares que se constituyen en factores de riesgo y factores protectores de la salud, por lo cual, “(...) los problemas de salud no se distribuyen al azar entre las poblaciones. Menos aún tienen la frecuencia y transcendencia similar en todos los sectores sociales”.

Aunado a lo mencionado anteriormente, Gaviria (2009) aborda la salud como un concepto dinámico, ligado a las condiciones de vida de los individuos, ya que

El significado preciso de la palabra “salud” será entendido de modo distinto en uno u otro grupo social, como lo va a ser también entre unas u otras personas, estando condicionado por su marco social. De tal manera, las actitudes de la población respecto a la salud, han ido cambiando en la medida que se operan cambios en los valores sociales. Y estos han posibilitado que el concepto no sólo se centre en lo curativo, sino que hoy se consideren aspectos tales como el entorno, los factores de riesgo, los estilos de vida, la educación sanitaria y todo cuanto contribuya a su promoción, fomento y prevención.

Asimismo, la salud es un derecho social básico que “guarda una relación íntima con el derecho a la vida y a la dignidad de los ciudadanos” (Vega, 2002). Este mismo autor, recalca que, para Henry Sigerist, la principal misión de la medicina es la promoción en

salud, luego la prevención de enfermedades y en último lugar está la curación, restauración y rehabilitación.

## 2.2. Promoción de la salud y prevención de la enfermedad

La promoción de la salud es el “proceso que permite a las personas incrementar el control sobre su salud para mejorarla” (OMS, 1986); esta a su vez constituye un proceso político y social global que comprende no solamente las actividades enfocadas puntualmente a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos, sino, de igual forma las dirigidas a modificar las condiciones sociales, ambientales, biológicas y económicas, con el fin de mitigar su impacto en la salud pública e individual de la población e incrementar el control sobre los determinantes de la salud y en efecto mejorar el estado general de salud de los individuos (OMS, 1998).

Concerniente con la prevención de la enfermedad, Pizarro (2008) la define como “(...) la acción que normalmente emana del sector sanitario, y que considera a los individuos y las poblaciones como expuestos a factores de riesgo identificables que suelen estar a menudo asociados a diferentes comportamientos de riesgo”.

Aunado a lo anterior Gudiel (s.f.) indica que “abarca las medidas destinadas no solamente a prevenir la aparición de la enfermedad, tales como la reducción de los factores de riesgo, sino también a detener su avance y atenuar sus consecuencias una vez establecida”.

Esta estrategia se encuentra dividida en tres áreas de intervención que son la prevención primaria, secundaria y terciaria.

(...) la prevención primaria está dirigida a evitar la aparición inicial de una enfermedad o dolencia. La prevención secundaria y terciaria tiene por objeto detener o retardar la enfermedad ya presente y sus efectos mediante la detección precoz y el tratamiento adecuado o reducir los casos de recidivas y el establecimiento de la cronicidad, por ejemplo, mediante una rehabilitación eficaz (Gudiel, s.f.).

### 2.3. Intervención fisioterapéutica y prevención en salud

La Terapia Física según la OMS (1968) se define como “el arte y la ciencia del tratamiento por medio de ejercicio terapéutico, calor, frío, agua, masaje y electricidad”, más recientemente Gallego (2007) denomina la terapia física como “(...) una profesión de la salud cuyo principal propósito es la promoción de la salud y función óptima mediante la aplicación de principios científicos para prevenir, identificar, evaluar, corregir o aliviar disfunciones del movimiento agudas o prolongadas”.

La intervención terapéutica se enfoca en las tres áreas de intervención en salud, dentro de las cuales la prevención primaria es vital para mantener estados de salud generales adecuados, generalmente relacionados con la prevención de alteraciones musculoesqueléticas, estas según Daza (2007) se pueden generar por hábitos posturales, deficiencias estructurales y factores morfológicos, en los cuales los factores morfológicos y los hábitos posturales determinan en gran parte la alineación corporal individual; y las deficiencias estructurales pueden ser producidas por desequilibrio entre fuerzas, alteraciones en tono muscular, inestabilidad articular y limitación de la movilidad articular, con posible generación de deformaciones y/o modificaciones posturales que implican alteraciones al sistema osteoarticular.

La IAFF (2008) indica que el terapeuta físico, como parte de un equipo de atención primaria en atletismo, tiene como responsabilidades la prevención de enfermedades y lesiones, evaluación y tratamiento de enfermedades y lesiones asociadas a la actividad deportiva, rehabilitación, mantenimiento de registros sobre los usuarios, asesoramiento legal sobre los estándares de cuidado, el consentimiento informado obtenidos por escrito para los procedimientos y la divulgación de guías de información.

### 2.4. Actividad física y deporte

Es relevante diferenciar los términos de actividad física y deporte. Se considera actividad física como “(...) cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que conlleva un gasto de energía” (Blasco, 1994, citado por España, 2004), por otra parte se define deporte como “la actividad física de naturaleza competitiva y

governada por reglas institucionalizadas” (España, Ministerio de Educación y Ciencia, 2004).

La realización de ejercicio físico se ha considerado importante para desarrollar la musculatura corporal con finalidades estéticas, higiénicas y deportivas, pero fue en Grecia y Roma donde el ejercicio físico adquiere un carácter competitivo (Martínez et al., s.f).

Muñoz (2001) afirma que existe el deporte formativo, el recreativo y de salud, de alto rendimiento y el profesional. Un deporte formativo se realiza con la intención de establecer determinadas capacidades en el individuo y comienza a edades tempranas sin que sea un deporte especializado. La práctica de deporte para la recreación y salud se realiza con el fin de conseguir bienestar y calidad de vida. Mientras que el deporte de alto rendimiento se centra en ganar, conseguir triunfos, se valora el rendimiento y resultado de la competencia. El deporte profesional toma en cuenta los aspectos del alto rendimiento pero esta práctica sí va a generar ingresos económicos, produce espectáculo y explota la parte comercial del deporte (Muñoz, 2001).

Weineck (2001) indica que el hecho de practicar un deporte no significa que el deportista va a obtener beneficios para su salud, ya que además de la práctica deportiva se toman en cuenta aspectos determinantes para la ejecución del deporte como lo es la edad, horas que se dediquen, constancia, entre otros, y señala que “el deporte solamente puede mejorar la salud cuando es practicado activamente” (Weineck, 2001).

Según la disciplina deportiva, así va a ser planificado el entrenamiento para mejorar la capacidad y rendimiento del deportista. Algunos de los aspectos que se deben tomar en cuenta según Wilmore y Costill (2007) son: volumen de entrenamiento con el fin de que la persona no realice entrenamientos excesivos, que en vez de producir adaptaciones favorables sólo generen pequeñas mejoras, estancamiento o lesiones. También se debe cuidar la intensidad del entrenamiento para incrementar la fuerza muscular y carga cardiovascular. En el entrenamiento, según sea el deporte así va a ser el enfoque de trabajo para obtener fuerza muscular, potencia muscular, resistencia muscular y cardiorrespiratorias, velocidad, agilidad, flexibilidad, entre otras.

Cuando una persona realiza deporte de manera regular, su cuerpo va a sufrir adaptaciones que mejoran su desempeño al aumentar la capacidad y eficacia en el ejercicio. En el libro *Fisiología del esfuerzo y del deporte* de Wilmore y Costill (2007), se presentan los principios básicos de entrenamiento que son: el principio de individualidad, especificidad, desuso, sobrecarga progresiva, días de entrenamiento fuerte y liviano y periodización.

El principio de individualidad está determinado por el factor genético que permite que una persona se adapte mejor o peor a un entrenamiento, el principio de especificidad hace referencia a que según sea planificado el trabajo en el entrenamiento, así se van a modificar los sistemas. Siempre hay que tener presente que, como cada persona es única “el ritmo de adaptación al entrenamiento (...) es limitado y no se puede forzar más allá de la capacidad de su cuerpo para desarrollarse” (Wilmore & Costill, 2007).

Por otra parte, el principio de desuso aplica cuando el deportista deja el entrenamiento y pierde las adaptaciones que consiguió con el entrenamiento constante. Además, todo entrenamiento para permitir que el deportista mejore debe ir añadiendo prudentemente mayores esfuerzos que obliguen a las estructuras corporales a modificarse positivamente. También se debe tener un balance entre los días de entrenamiento fuerte y liviano, es importante dar la posibilidad al cuerpo de tener días de recuperación y regeneración, y por último se deben periodizar los entrenamientos de manera que existan variaciones en la estructura y densidad (Wilmore & Costill, 2007).

## 2.5. Características generales del atletismo

Según Hornillos (2000) se define atletismo como

Conjunto de prácticas deportivas integradas por habilidades y destrezas básicas en el comportamiento motor del ser humano, como son las carreras, marchas, saltos y lanzamientos, realizados bajo unas normas que regulan la competición. La palabra atletismo se origina del griego *aethlos* que significa “esfuerzo”.

Hornillos (2000) menciona como características del atletismo, que es un deporte eminentemente individual, ya que el atleta “debe realizar en unas zonas determinadas

unas tareas establecidas (...) que busca una superación contra el tiempo o la distancia, en idénticas condiciones que otros participantes” (Hornillos, 2000). Además lo indica como deporte popular, debido a que “puede ser practicado por personas con tipologías muy distintas, ya que la polivalencia motriz de sus especialidades permite encontrar una prueba que se adapte más a las características de cada sujeto” (Hornillos, 2000) y por último lo cataloga como un deporte fundamental, porque “(...) sus gestos motrices básicos, carreras, saltos y lanzamientos están arraigados indefectiblemente al ser humano” (Hornillos, 2000).

## 2.6. Divisiones del atletismo

Las especialidades que componen un programa de atletismo según Hornillos (2000) se clasifican en:

- Carreras, representan la actividad básica de locomoción y una prolongación básica del andar. Esta se subdivide a su vez en:
  - Carreras de velocidad, describe distancias desde los 60 metros (m) hasta los 400 m realizadas a una gran intensidad.
  - Carreras de medio fondo, refiere distancias entre los 800 m y 1 500 m, en las que la táctica es de suma importancia.
  - Carreras de fondo, son distancias de 5 000 m hasta la maratón (42 195 m).
  - Carreras de vallas, se disputan con 10 vallas y son consideradas de velocidad; se incluyen distancias de 100 m en categoría femenina, 110 m en varones y 400 m en ambos sexos.
  - Carreras de obstáculos, integrada por 28 obstáculos y siete rías se pueden considerar como fondo corto.
- Marcha, relacionada íntimamente con la acción humana de caminar pero con imposiciones reglamentarias que la condicionan. Las distancias habituales son 10 km, 20 km y 50 km.
- Saltos, que mediante la impulsión vigorosa de una pierna, suspende el cuerpo en el espacio, con el fin de superar un listón o recepcionar lo más lejos posible, tras una carrera de aproximación.

- Lanzamientos, habilidades que permiten alejar un artefacto al espacio. Se subdividen en:
  - Aerodinámicos o ligeros, realizados con jabalina y disco presentan mínima resistencia del aire.
  - Pesados, se emplean el peso y martillo.

Las divisiones del atletismo Mazzeo y Mazzeo (2008) las clasifican en pruebas de pista y pruebas de campo.

<b>Cuadro 1. Divisiones del atletismo</b>	
<b>Pruebas de pista</b>	<b>Pruebas de campo</b>
<i>Velocidad:</i>	<i>Salto:</i>
100 m llanos	Largo
200 m llanos	Alto
400 m llanos	Garrocha
<i>Medio fondo:</i>	Triple
800 m llanos	<i>Lanzamientos:</i>
1 500 m llanos	Bala
<i>Fondo:</i>	Disco
5 000 m llanos	Jabalina
10 000 m llanos	Martillo
<i>Relevos:</i>	
Posta 4 x 100 m	
<i>Carreras con obstáculos:</i>	
100 m con vallas (mujeres)	
110 m con vallas (varones)	
400 m con vallas	
3 000 m con obstáculos	
<i>Pruebas de Calle:</i>	
Maratón (42 195 m)	
Marcha 10 000 m (mujeres)	
Marcha 20 000 m (varones)	

Marcha 50 000 m (varones)	
---------------------------	--

Fuente: Mazzeo E. & Mazzeo E. (2008). Atletismo para todos: carreras, saltos lanzamientos. Primera edición. Editorial Stadium. Buenos Aires, Argentina.

Además estos autores agregan una clasificación más, denominada pruebas combinadas que incluyen el decatlón y el heptatlón para mujeres.

## 2.7. Descripción de la disciplina: velocistas

Considerando la clasificación de Mazzeo y Mazzeo (2008) se puede definir a los atletas de velocidad o “velocistas” como aquellos que compiten en las distancias de 100 m llanos, 200 m llanos y 400 m llanos.

En Costa Rica este tipo de atletas conforman una porción importante de los equipos de atletismo a nivel nacional, en los que generalmente son aficionados. El entrenador Méndez (2011) señala que Nery Brenes, es uno de los atletas de nivel élite en la actualidad.

Ramos y Ramos (2010) expresan que

Los corredores de velocidad deben lograr alcanzar un gran nivel de preparación física para poder lograr un rendimiento elevado (...) velocidad, fuerza, coordinación, resistencia a la velocidad, son consideradas por la mayoría de los especialistas, como las capacidades más importantes de los velocistas.

Es importante saber que “los procedimientos de preparación de velocidad consisten en diversos ejercicios que exigen del deportista reacciones rápidas, una velocidad intensa en la ejecución de todos los movimientos y una máxima frecuencia de movimientos” (Polischuk, 2003).

## 2.8. Técnica de los velocistas

La técnica en la ejecución de las carreras tiene como funciones mejorar la eficacia al tecnificar la carrera natural, corregir defectos y potenciar los aspectos mecánicos y

neuromusculares mejorando consecuentemente la fuerza, la coordinación intermuscular, la reactividad y la frecuencia gestual (Rius, 2005).

Rius (2005) menciona como principios básicos del trabajo de la técnica de carrera la regularidad y consistencia, ya que el trabajo con técnica debe estar presente en todas las sesiones de entrenamiento y durante toda la vida deportiva del atleta. Idealmente los entrenamientos deben incluir técnicas de reactividad de tobillo, transferencias a la carrera rápida y considerar las siguientes interrogantes relacionadas con la actividad deportiva: “¿cómo se hace?” y “¿para qué sirve?”.

Asimismo, el autor indica que la acción de correr involucra tres fases: contacto - amortiguación, impulso y vuelo, las cuales se describen a continuación.

La fase de contacto - amortiguación se da con el choque del pie en el suelo, “(...) el pie, al bajar, pasa de apuntar el suelo con el talón a efectuar el contacto con el exterior del metatarso.” (Rius, 2005) Se da en forma rápida y “(...) cuanto mayor es la velocidad de carrera, el apoyo se efectúa más cerca de los dedos” (Rius, 2005).

En esta fase el cuádriceps y pie realizan trabajo excéntrico, el talón de la otra pierna llega al glúteo, luego la rodilla alcanza la otra rodilla de apoyo para sobrepasarla y los muslos se disponen paralelamente antes de cruzarse en tijeras para iniciar a preparar la fase de impulso.

Asimismo la bóveda plantar se deforma y acumula energía elástica que será liberada en la fase de impulso. Según Joan Rius (2005), “a mayor velocidad de carrera, menor será el ángulo de flexión de la rodilla cuando el centro de gravedad pase sobre el apoyo del pie”, el tronco del atleta se mantiene erguido. De esta forma concluye la fase de amortiguación para continuar con la fase de impulso.

En la fase de impulso el centro de gravedad sobrepasa el apoyo, provocando la extensión del muslo y de los tendones. Al extender el muslo se empuja la cadera al frente y se acelera el centro de gravedad. Luego el pie pasará de un apoyo del metatarso exterior hacia los dedos. Con el apoyo en el primer ortejo se finaliza la impulsión, en la cual es común apreciar una moderada rotación externa del pie. Paralelamente la rodilla

alcanza su punto máximo de extensión colocando la cadera en retroversión, seguidamente la pierna contraria inicia la fase.

La fase de vuelo es la transición entre impulso y apoyo, se da una acción circular del talón de la pierna que finaliza el impulso, continuando con la flexión de rodilla y talón a glúteo. El miembro inferior pasa de flexión de rodilla a extensión de la misma, mientras el pie toca el suelo con el talón.

## 2.9. Factores de riesgo en atletas de velocidad

Desde la perspectiva epidemiológica, un factor de riesgo se define como “una condición o característica de un individuo o población que está presente en forma temprana en la vida y se asocia con un riesgo aumentado de desarrollar una enfermedad futura” (Urina & Triana, 2002).

Por otra parte, la OMS (1998) define los factores de riesgo como las condiciones sociales, económicas, biológicas y ambientes que están asociados con o causan un aumento de la susceptibilidad para una patología específica, una salud deficiente y la incidencia de lesiones.

Según Sáez et al, (2005) los factores de riesgo se clasifican en intrínsecos y extrínsecos; “(...) cuando es atribuible al propio individuo (...)” se definen factores intrínsecos, en contraste a los factores extrínsecos que se denominan como los “(...) condicionantes de la probabilidad de padecer un proceso mórbido determinado externo al individuo, es decir, a su entorno” (Sáez et al, 2005).

Asimismo los factores de riesgo “también pueden ser divididos en modificables y no modificables. Entre estos últimos se encuentran el género y la edad”. (Osorio, Clavijo, Arango, Patiño & Gallego, 2007) A continuación se mencionan los principales factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos en el deporte, según Osorio et al. (2007):

<b>Cuadro 2. Principales factores de riesgo intrínsecos en deporte</b>	
<b>Factor de riesgo</b>	<b>Descripción</b>
Edad	Los estudios muestran resultados diferentes; algunos reportan que al

	<p>aumentar la edad es mayor el riesgo de presentar lesiones deportivas por factores asociados, como el desacondicionamiento físico y las enfermedades como la osteoporosis. Sin embargo, existen investigaciones en las cuales la mayor incidencia de lesiones deportivas se presenta en adolescentes.</p>
Género (Sexo)	<p>Algunas lesiones son más frecuentes en hombres y otras, en mujeres. En general, las mujeres presentan mayor número de esguinces y dislocaciones, y los desgarros y fracturas son más comunes en los hombres. Con respecto al sitio de la lesión, las mujeres presentaron mayor incidencia de lesiones de la rodilla y en los hombres predominaron las del hombro.</p>
Composición corporal	<p>Se mencionan varios elementos, tales como: el peso que genera aumento de la carga y tiene impacto sobre las articulaciones, la masa de tejido graso, la densidad mineral ósea (a menor densidad mayor incidencia de fracturas) y las diferentes medidas antropométricas (variable según deporte y biotipo requerido para su práctica).</p>
Estado de salud	<p>La historia de lesiones previas y la inestabilidad articular predisponen a nuevas lesiones, la mayoría de las veces secundarias a secuelas derivada de la lesión o a rehabilitación incompleta o inapropiada de esta.</p>
Acondicionamiento físico	<p>La fuerza, la potencia muscular, el consumo de oxígeno y los rangos de movimientos articulares son aspectos que varían con la condición física del deportista. Se ha reportado que a mayor desarrollo de estas variables es menor la incidencia de lesiones deportivas. Sin embargo, existe controversia al respecto, pues algunos estudios no reportan diferencias significativas en la incidencia de lesiones en corredores y caminantes que trabajaron la fuerza durante el entrenamiento.</p>
Factores hormonales	<p>La menarquía tardía o hipoestrogénica-hipotalámica, las alteraciones ovulatorias y los niveles de testosterona bajos, son factores que alteran la osificación adecuada y pueden por ello predisponer a fracturas por estrés.</p>
Factores	<p>El déficit de calcio y de vitamina D y los trastornos alimentarios de</p>

nutricionales	etiología psicológica (anorexia nerviosa y bulimia), también han sido implicados en la fisiopatología de las fracturas por estrés en deportistas.
Tóxicos	El consumo de tabaco y de alcohol predispone al desarrollo de lesiones deportivas, no sólo porque merma la capacidad de concentración del deportista, sino también por alterar la mineralización ósea.
Enfermedades metabólicas	La tirotoxicosis, el hiperparatiroidismo, la diabetes mellitus y el síndrome de Cushing son enfermedades metabólicas que cursan con densidad mineral ósea baja y desacondicionamiento físico.
Farmacológicos	El uso de glucocorticoides, hormona tiroidea, antipsicóticos, anticonvulsivantes y quimioterapéuticos, puede alterar la mineralización ósea y por consiguiente aumentar la incidencia de fracturas.
Técnica deportiva	La ejecución inadecuada de la técnica específica para cada deporte produce estrés exagerado, lesiones por uso excesivo o, incluso, lesiones agudas.
Alineamiento corporal	El mal alineamiento anatómico, debido a deformidades fijas o dinámicas, agrega estrés sobre el sitio del cuerpo que se encuentra activo. Condiciones congénitas o del desarrollo tales como coalición tarsal, pie cavo, pie pronado, primer metatarsiano corto, metatarso aducto y discrepancia en la longitud de las extremidades pueden predisponer al atleta a sufrir lesiones.
Coordinación	La falta de coordinación adecuada de los movimientos específicos de cada deporte incrementa el riesgo de sufrir lesiones.
Estado mental	Se reconoce que el estado psicológico del deportista es tan importante o incluso algunas veces más importante que el estado físico en la presentación de lesiones derivadas de la práctica deportiva.

Fuente: Osorio J., Clavijo M., Arango E., Patiño S. & Gallego I. (2007). Lesiones deportivas. Revista IATREIA. Vol. 20, No. 2.

<b>Cuadro 3. Principales factores de riesgo extrínsecos en deporte</b>	
<b>Factor de riesgo</b>	<b>Descripción</b>
Régimen de entrenamiento	Un plan de entrenamiento inadecuado, es un factor importante que puede contribuir a las lesiones deportivas. Si a lo anterior se agrega una inadecuada preparación física y mental del individuo, los riesgos son aún mayores.
Equipos para la práctica deportiva y para la protección	La ropa deportiva inadecuada o el mal estado del calzado deportivo, son fuentes comunes de lesiones.
Características del campo de práctica o de competición	La superficie o terreno de juego es un factor importante en la incidencia de lesiones deportivas, las cuales aumentan cuando los deportes se practican en superficies irregulares, blandas o demasiado duras como el concreto y los pisos rígidos para gimnasio.
Factores humanos	La presión de los padres, los entrenadores y la sociedad puede llevar a demandas físicas no razonables, producir una sobrecarga para el deportista e incrementar el riesgo de lesionarse.
Factores ambientales	Cuando se altera la superficie de juego, por ejemplo a consecuencia de lluvia, aumenta la incidencia de lesiones deportivas.

Fuente: Osorio J., Clavijo M., Arango E., Patiño S. & Gallego I. (2007). Lesiones deportivas. Revista IATREIA. Vol. 20, No. 2.

En atletismo se determinan como factores de riesgo intrínsecos, la fuerza muscular, arcos de movilidad, sexo y edad de los atletas. Asimismo se mencionan como factores de riesgo extrínsecos la vestimenta, el calzado deportivo y el espacio físico (Imboden et al., 2011).

Referente a los factores de riesgo extrínsecos se recomienda que la vestimenta sea cómoda, fresca, de tela que permita la libre transpiración (camiseta sin mangas, short), igualmente que el calzado deportivo se reemplace cada seis meses o después de haber recorrido con ellos 400 millas (Imboden et al., 2011).

Concerniente al espacio físico Mazzeo y Mazzeo (2008) señalan que la pista de atletismo debe tener forma de óvalo con un borde interno de un perímetro de 400 metros,

construido de concreto, metal y/o madera con 5 cm alto y 5 cm de espesor, de material sintético o solado sintético, además está conformado por dos rectas paralelas y dos curvas, cuyos radios de giro deben ser semejantes. La pista se divide en ocho andariveles, que son líneas paralelas que delimitan la trayectoria del atleta, miden entre 1.22 m y 1.25 m.

Es importante mencionar que todas las carreras de atletismo sin excepción se desarrollan en un único sentido, siendo este contrario a las manecillas del reloj o sea sentido anti horario, asimismo siempre el atleta debe posicionarse en la pista de tal forma que su izquierda coincida con el borde interno de la pista (Mazzeo & Mazzeo, 2008).

Es trascendental indicar que “las lesiones se producen por una interacción compleja de eventos y múltiples factores de riesgo. De hecho, aunque la práctica deportiva tiene beneficios claramente establecidos para la salud, también implica un riesgo de lesión (...)” (Osorio et al., 2007).

Por lo cual el conocimiento de los factores de riesgo que inciden en los atletas velocistas puede favorecer las intervenciones enfocadas a la promoción y prevención de lesiones musculoesqueléticas en dicha población.

## 2.10. Lesiones en velocistas

Inicialmente es importante mencionar que la lesión deportiva es “el resultado de la aplicación sobre el cuerpo o parte de él, de fuerzas que exceden su capacidad de resistencia y que pueden ser aplicadas de forma instantánea o a lo largo de un prolongado período de tiempo” (Minoves, 2001).

Asimismo Lalín (2008) propone una definición de lesión deportiva, en la que se conceptualiza como el:

Daño corporal que afecta al bienestar, causado por un mecanismo directo o indirecto en una región anatómica, que cursa de modo agudo o crónico, manteniendo al sujeto fuera de su actividad físico-deportiva durante un período

mínimo de 24 horas o un día, que puede provocar un deterioro de la capacidad funcional, de su competencia física o el final de su vida deportiva (...).

Sin embargo relacionado con esta temática, existen discrepancias abismales en cuanto a la unificación del término, por lo que,

(...) se acepta una falta de acuerdo respecto a la definición de lesión deportiva. Estas diferencias en el consenso son debidas al propio profesional, es decir, el fisioterapeuta, médico deportivo, preparador físico, traumatólogo, etc., definen la lesión deportiva en función de su específico ámbito de actuación, estableciendo por ejemplo clasificaciones que atienden al área y tipo de tejido afectado, gravedad del daño, tiempo estimado de recuperación, etc. (Fernández, 2009).

Por lo cual, la clasificación de lesión deportiva presenta diversas variaciones, ya que si

(...) se definiera la lesión deportiva atendiendo al tiempo de recuperación de la misma, se diría que el deportista se ve obligado a interrumpir su práctica durante un tiempo determinado, por ejemplo cuarenta y ocho horas, un mes, seis meses, etc. Otra forma posible de definición es clasificar la lesión en agudas o de inicio repentino, consecuencia de un hecho traumático y crónicas, donde en este caso se producen por un inicio lento e insidioso que implica un aumento gradual del daño estructural. Otra forma muy común para clasificar las lesiones deportivas es atendiendo al tipo de tejido afectado, en decir, tejidos blandos -músculos, fascias, tendones, cápsula articular, ligamentos, vasos sanguíneos y nervios- y/o tejidos óseos. También se podría incluir la clasificación de lesiones catastróficas, donde se incluirían aquellas que producen discapacidad neurológica y funcional transitoria o permanente (Fernández, 2009).

De las clasificaciones mencionadas se destacan durante la evaluación fisioterapéutica las relacionadas con área y tipo de tejido afectado y la clasificación de lesión aguda o crónica. Esto con el fin de propiciar una atención más puntualizada y acorde con la condición del atleta, sin dejar de lado el contexto en el cual éste se desenvuelve.

Concerniente con la clasificación según tipo de tejido afectado, la lesión muscular supone el 42% del total de las lesiones, seguido por las lesiones ligamentosas con el 23% y las óseas y articulares con el 9% cada una. Además las actividades deportivas en las que más frecuentemente se plantean estos problemas son el fútbol, rugby y en algunas especialidades del atletismo, incluyendo las carreras de velocidad (González, 1998).

Asimismo “se pueden enmarcar las lesiones en benignas y severas situando dentro de las primeras a las contusiones, hematomas, contracturas, elongaciones y los calambres y en las segundas las rupturas fibrilares, sobretodo las rupturas musculares y las hernias” (González, 1998). A continuación se detallan los conceptos citados:

<b>Cuadro 4. Concepto y diagnóstico de las lesiones musculares</b>	
<b>Tipo de lesión</b>	<b>Concepto y diagnóstico</b>
<i>Lesiones musculares benignas</i>	
Contusión	Se produce cuando el músculo en contracción por el trabajo que está realizando es golpeado violentamente, estallan capilares en el choque y puede aparecer un hematoma. Una simple contusión aunque sea mínima produce dolor local; la marcha es normal. Se constata que una contusión se ha rehabilitado cuando se restaura la acción total de movimiento, no hay dolor y la fuerza del músculo afecto es idéntica a la de la otra extremidad. Es de mucha importancia el tratamiento de las contusiones musculares, ya que de no realizarlo adecuadamente en ocasiones pueden abocar hacia una miositis osificante.
Contractura	Se habla de contractura cuando aparece una molestia muscular desagradable como una disfunción motora, dolor a la palpación y al estiramiento. La contractura se puede traducir en una asfixia muscular localizada, sin el posible fallo anatómico de la elongación o quizás la sintomatología de una ruptura más o menos pequeña. Es un problema relacionado con la sobrecarga por el entrenamiento y/o competición.
Elongación	Las circunstancias en que se suceden son simples y estereotipadas: en el curso de un esfuerzo intenso, carrera, sobreviene un dolor vivo, repentino que origina impotencia funcional moderada; el deportista

	<p>puede terminar su esfuerzo o su competición a un ritmo más lento. El diagnóstico se confirma cuando el dolor cede con el reposo y aumenta con la movilización activa simple. El músculo aparece contracturado en toda su longitud y la palpación produce dolor; no hay equimosis ni tumefacción. La evolución es siempre favorable si el deportista respeta un cese de actividad física durante 5 ó 10 días. No respetar esto puede originar que la elongación se convierta en un desgarro.</p>
Calambre	<p>Es una contracción dolorosa, involuntaria y pasajera de ciertos fascículos musculares asociados de un músculo o ciertas fibras. Existe un sufrimiento muscular por déficit circulatorio dándose el espasmo de un pequeño fascículo y una fatiga acumulada. Provoca impotencia funcional inmediata. Dolor que permanece en reposo, a la contracción, al estiramiento y a la palpación. Se origina por un trabajo excesivo del músculo en anaerobiosis, produciéndose demasiado ácido láctico y ácido intrafibrilar, lo que perturba los cambios iónicos de membrana. Esto se agrava por la continua acción del esfuerzo, y se instala un círculo vicioso, ya que se impide por la contracción la llegada del aporte sanguíneo y oxígeno que elimine el ácido láctico.</p>
<i>Lesiones musculares severas</i>	
Ruptura fibrilar	<p>La circunstancia de aparición es idéntica tanto si se trata de un desgarro moderado o de una ruptura parcial del músculo. En una competición y/o entrenamiento, en una prueba de velocidad o en un salto. El deportista se detiene repentinamente a causa de un dolor violento a veces sincopal, persiste en el reposo y rápidamente se convierte en una molestia sorda, punzante, con una gran impotencia funcional, a veces total. Durante el examen clínico el deportista examinado demuestra movilización activa difícil, a veces imposible. La palpación, realizada con delicadeza, localiza el punto de dolor selectivo. La hendidura, tumefacción, equimosis, confirma el diagnóstico de lesión sobretodo si ésta se ve precozmente. La equimosis y la tumefacción a veces fluctuante, confirman el hematoma que se drena frecuentemente a lo largo de las aponeurosis y de las</p>

	vainas tendinosas, apareciendo al tiempo la equimosis a distancia de la lesión.
Ruptura muscular	Es el caso más grave. En la ruptura muscular de aparición reciente el cuadro clínico está dominado por el dolor sincopal, el chasquido característico, la retracción del cuerpo carnoso del músculo que ha sufrido la ruptura, produciéndose una verdadera hernia muscular. La tumefacción y la equimosis cuantifican la importancia del hematoma, la impotencia funcional es instantánea, duradera, impide todo esfuerzo. En las rupturas antiguas, predomina el cuadro de impotencia dolorosa moderada y con retracción muscular, la palpación permite apreciar la existencia de una cicatriz fibrosa.
Hernia muscular	Se origina por la ruptura aponeurótica bajo la acción de un traumatismo violento. Las fibras musculares se hernian y durante la contracción se palpa un saliente doloroso que difícilmente se puede reducir.
Miositis osificante	Es preferible el término de hematoma osificante al de miositis osificante ya que se prejuzga que se va a osificar antes de que se dé este hecho. Es la complicación del hematoma intramuscular profundo que se calcifica, siempre en la proximidad ósea.

Fuente: González J. (1998). Lesiones musculares y deporte. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 4, No. 2.

Los tipos de lesiones musculares antes mencionados tienen como factores causantes, el mal entrenamiento (por defecto o exceso), la insuficiencia de calentamiento, la fatiga al final de una competición, el frío, la humedad, asimismo la edad del sujeto y la falta de una alimentación equilibrada (González, 1998). Estos factores deben ser considerados en la evaluación y formulación de propuestas preventivas en velocistas.

Referente a las lesiones musculoesqueléticas en velocistas, se insiste en que la mayoría, son lesiones de tipo muscular, con predominio en miembros inferiores; García y Arufe (2003), señalan que las lesiones más comunes, son las rupturas de fibras musculares debido a sobrecargas, principalmente en los músculos gastrocnemios, sóleo e

isquiotibiales. Yeung, Suen y Yeung (2009) agregan que, con base en su registro realizado durante su periodo de estudio, las lesiones musculoesqueléticas sufridas por los velocistas tanto en entrenamientos como en competencias se localizan en cuádriceps, isquiotibiales, rodilla, pantorrilla y tobillo, siendo las lesiones en isquiotibiales las de mayor incidencia.

Igualmente Salazar (2012) añade que los velocistas sufren con mayor frecuencia de elongaciones y rupturas musculares en los músculos isquiotibiales, conformándose ésta, el área anatómica con mayor prevalencia de lesión en los sujetos que ejecutan las carreras de velocidad.

Yeung et al. (2009) coinciden con lo expuesto por Salazar (2012), ya que afirman que la distensión (elongación) -específicamente en los isquiotibiales-, es de las lesiones más comunes en atletas velocistas y de salto. Además señalan que se ha reportado que este tipo de lesión ocupa el 50% de todas las lesiones musculares que sufren los velocistas. Yeung et al. (2009) señalan los desequilibrios musculares como causantes de estas lesiones.

Bahr y Mæhlum (2007) coinciden con Yeung et al. (2009) al citar que “la distensión de los músculos de la parte posterior del muslo es la lesión más común entre los (...) esprinteres (velocistas)”; se incluye en la definición de distensión, los desgarros incompletos o rupturas de los músculos semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral; que ocurren durante un esprín máximo “(...) cuando se resiste la extensión de la rodilla (...), cuando el músculo está cercano a su longitud máxima y la generación excéntrica de potencia también se encuentra al máximo” (Bahr & Mæhlum, 2007).

Asimismo estos autores refieren como factores de riesgo el precalentamiento insuficiente, la inadecuada rehabilitación de una distensión previa que provoca una disminución de la amplitud del movimiento, y el fortalecimiento insuficiente debido a desequilibrios entre el cuádriceps y los músculos isquiotibiales.

Continuando con las lesiones en velocistas, la investigación de Pastre, Filho, Monteiro, Júnior y Padovani (2005) muestra que la condición causal más común que predispone a

lesionar al velocista es la alta intensidad con la cual desarrolla su práctica, seguido de movimientos repetitivos.

Sin embargo, este artículo solo menciona que es importante conocer los factores de riesgo, lesiones más frecuentes y mecanismos de lesión para prevenir, diagnosticar y tratar estas lesiones, pero no aborda acciones específicas o recomendaciones puntuales que se puedan realizar para prevenir la aparición de dichas lesiones.

Como se ha visualizado, en el caso del atletismo de velocidad, a pesar de que es un deporte que permite trabajar la musculatura en general, son los miembros inferiores los que se ven sometidos a más esfuerzo físico por ende a mayores cargas de trabajo y a ser motivo de énfasis en las investigaciones científicas. El siguiente apartado expone acciones preventivas para evitar lesiones en miembros inferiores de los atletas.

#### 2.11. Prevención de lesiones en velocistas

La prevención de lesiones en el ámbito deportivo es fundamental para un adecuado rendimiento y correcta técnica de la disciplina. Es por esto que se procura que el deportista integre prácticas deportivas saludables que le permitan desenvolverse con el máximo rendimiento posible, garantizando así los mejores resultados, que en el caso de los velocistas es completar su carrera en el menor tiempo posible.

De forma general, las medidas de prevención de lesiones son, un adecuado calentamiento y elongación de los grupos musculares implícitos en la práctica de la especialidad, la progresión adecuada del entrenamiento evitando el aumento repentino y excesivo de las cargas de entrenamiento, la utilización de equipo deportivo apropiado y en buen estado y finalmente, el conocimiento y cumplimiento de las reglas específicas del deporte (Bahr & Mæhlum, 2007).

Aunado a lo anterior se recalca que el calentamiento, el estiramiento y el enfriamiento constituyen fases primordiales para la prevención de lesiones en la práctica deportiva de los velocistas, ya sea en los entrenamientos y/o las competencias. Según Platonov (2001) el calentamiento

(...) es un complejo de ejercicios elegidos especialmente y orientados a la preparación eficaz del organismo del deportista para el futuro esfuerzo (...) es un componente obligatorio del proceso de entrenamiento y competición organizado racionalmente. Su ausencia antes del entrenamiento y la competición aumenta sustancialmente la probabilidad de traumatismo muscular.

Complementario al calentamiento, se recomienda la realización de ejercicios de estiramiento, los cuales consisten en "(...) la elongación de una estructura cuyos puntos de origen e inserción se alejan en diversos planos del espacio" (Arcas, Gálvez, León, Paniagua & Pellicer, 2004), lo que favorece la mejora de la flexibilidad y coordinación de los segmentos corporales. Asimismo, el enfriamiento es "(...) un conjunto de ejercicios realizados inmediatamente después de una actividad que proporciona al cuerpo un periodo de ajuste desde el ejercicio al reposo" (Vargas, 2007). El objetivo primordial de la ejecución de esta etapa es la eliminación de productos residuales, relajación muscular general y disminución del dolor en la musculatura ejercitada.

Paralelamente distintos estudios reflejan algunos aspectos importantes a considerar en el entrenamiento de los velocistas, con el fin de mejorar su rendimiento y a la vez que estos actúen como factor protector ante las distintas exigencias que posee el deporte. Uno de estos aspectos importantes es el principio de la especificidad, ya que si se practican ejercicios específicos para el acondicionamiento de un corredor, el programa de entrenamiento va a tener un efecto positivo en la velocidad del practicante, logrando de esta manera optimizar la condición física del velocista (Sáez de Villarreal, Requena & Cronin, 2012).

Sáez de Villarreal et al. (2012), señalan que los entrenamientos de un velocista combinan entrenamiento de velocidad, resistencia, pesas y otros, pero para lograr una mejora en el desempeño de los velocistas se deben de incorporar a los entrenamientos ejercicios pliométricos con desplazamiento horizontal sin peso. Los ejercicios pliométricos se definen como "(...) aquellos que capacitan a un músculo a alcanzar una fuerza máxima en un periodo de tiempo lo más corto posible" (Chu, 2006).

Este tipo de ejercicios permiten una contracción excéntrica de la unidad músculo-tendinosa seguido inmediatamente de una contracción concéntrica, proceso también

conocido como “stretch shortening cycle” (SSC). La ejecución de este ciclo mediante los ejercicios pliométricos permite una mejora en la habilidad de la unidad músculo-tendinosa para producir una máxima fuerza en corto tiempo, proceso fundamental para la fase de aceleración inicial (Sáez de Villarreal et al., 2012).

De lo anterior se destaca que la inclusión de ejercicios pliométricos horizontales permite la formación de adaptaciones fisiológicas en las unidades músculo-tendinosas del atleta que le permitirán una mejor reacción de las estructuras involucradas en la carrera. Entre mejor estén adaptadas las estructuras para las exigencias, va a existir una menor propensión del atleta a lesiones deportivas.

Otro componente importante relacionado con la especificidad del entrenamiento en velocistas es la propiocepción o mecanismos propioceptivos. Según Siff y Verkoshansky (2004) los mecanismos propioceptivos “(...) informan sobre dónde están todos los componentes de nuestro sistema musculoesquelético y de qué están haciendo unos respecto a otros en el espacio y en el tiempo”, esto propicia “(...) ejecutar un movimiento dado de la forma más apropiada por lo que se refiere al patrón, la velocidad, la aceleración y el tiempo”.

En el estudio elaborado por Romero, Martínez, Lomas, Hita y Martínez (2012) destacan que los ligamentos poseen propioceptores y cualquier daño en estas estructuras ocasiona alteración en las señales aferentes del sistema nervioso central, produciendo respuestas imprecisas que pueden ser factores predisponentes a lesión. Es por esto que implementaron un programa de entrenamiento de ejercicios propioceptivos para mejorar la estabilidad y control del centro de gravedad en velocistas. El programa se ejecutó durante seis semanas, tres veces por semana y cada sesión con una duración de treinta minutos en los cuales los velocistas debían realizar cinco ejercicios utilizando un balón suizo y un BOSU, moviendo los miembros superiores como simulando correr.

Estos autores concluyeron que después de finalizar el programa, los atletas del grupo experimental presentaron mejoras en el control del centro de gravedad en dos direcciones (hacia atrás y hacia la derecha), y algunas mejoras en la estabilidad con los ojos abiertos. Por lo que recomiendan incluir ejercicios propioceptivos como parte del calentamiento en la práctica del velocista.

Pero, a pesar de que el estudio demostró algunas mejoras, los resultados no fueron contundentes, y los mismos autores indican que no existen muchos estudios que respalden científicamente la relación entre el entrenamiento propioceptivo y la mejora del rendimiento deportivo.

Sin embargo, los autores no descartan la inclusión de ejercicios propioceptivos en la práctica del atletismo de velocidad, ya que podrían contribuir en el desempeño, prevención y/o aminoramiento de lesiones ocasionadas por la práctica de éste deporte o parte importante en la rehabilitación en caso de haber sufrido alguna lesión.

Por otro lado, Kubo, Ikebukuro, Yata, Tomita y Okada (2011) estudiaron las propiedades músculo-tendinosas en velocistas de alto rendimiento y su relación con el rendimiento al correr. Estos investigadores encontraron que los velocistas tienen menor rigidez en el tendón de los extensores de la rodilla que sujetos no entrenados, no así en los tendones que propician la flexión plantar, el espesor de los músculos gastrocnemios y del vasto medial es mayor en velocistas. Estos autores concluyeron que los tendones del cuádriceps poseen mayor complianza que los de personas no entrenadas, no así los tendones de los flexores plantares, y que el espesor del músculo vasto medial está asociado con un mejor rendimiento en los velocistas.

Las conclusiones de los autores son de relevancia, y permite conocer que es importante que en el entrenamiento de los velocistas se determinen ejercicios específicos para fortalecer la musculatura del cuádriceps, en especial para el vasto medial. Si el velocista cuenta con un adecuado acondicionamiento de este músculo, esto le va a beneficiar el rendimiento en la pista, además de que poseer musculatura fuerte en las estructuras de mayor demanda va a disminuir la probabilidad de lesiones.

Asimismo, Siqueira, Mota, Furginelli y Greve (2002) insisten en que, para la prevención de lesiones se requiere inicialmente de la realización de evaluaciones que permitan valorar específicamente la funcionalidad del músculo, debido a que un deportista adquiere adaptaciones específicas musculares y estas podrían generar algún tipo de alteración postural, de estabilidad articular y coordinación. Es por esto que los autores antes mencionados realizaron una evaluación dinámica utilizando un dinamómetro para la

valoración de las contracciones concéntricas y excéntricas generadas por los músculos cuádriceps e isquiotibiales.

El estudio les permitió concluir que los atletas, tanto velocistas como de salto no presentan una asimetría significativa en la condición muscular de sus extremidades inferiores en cuanto a musculatura agonista y antagonista y entre el miembro dominante y no dominante, a diferencia de las personas no atletas que tienen asimetrías relacionado con la dominancia. Además, indican que los músculos extensores de rodilla de los atletas tienen un mejor desempeño funcional que los de los no atletas, lo que no ocurre con los isquiotibiales.

Por lo cual, los resultados de los estudios de Kubo et al. (2011) y Siqueira et al. (2002) coinciden en que los músculos extensores de rodilla de los velocistas poseen adaptaciones que desencadenan un mejor rendimiento y funcionalidad, permitiendo visualizar una marcada diferencia con el cuádriceps de los no atletas, no así en isquiotibiales ni en gastrocnemios, los cuales son músculos del grupo flexor de miembro inferior.

Sin embargo, Yeung et al. (2009) obtienen resultados distintos al estudio de Siqueira et al. (2002), ya que los primeros constatan que sí existe un desequilibrio muscular entre cuádriceps e isquiotibiales en los velocistas, y aunque este desequilibrio sea relativamente poco, puede provocar un aumento en la vulnerabilidad a lesionar la musculatura isquiotibial. Jonhagen, Nemeth y Eriksson (1994) comparten esta posición, añadiendo que los velocistas que tienen como antecedentes lesión en isquiotibiales, presentan débiles contracciones excéntricas y concéntricas a baja velocidad.

Es por esto que es fundamental la evaluación regular de la condición muscular de cada atleta para detectar si existe algún desequilibrio que pueda ser un factor de riesgo a lesión, además de procurar que los entrenamientos y procesos de rehabilitación puedan contener ejercicios que permitan acondicionar tanto la musculatura anterior como posterior del muslo. Y así lo confirman Siqueira et al. (2002)

El conocer la condición muscular de los atletas y detectar deficiencias en la fuerza o desequilibrios musculares que puedan desarrollar una futura lesión, permite

orientar los procedimientos terapéuticos para la rehabilitación eficaz de lesiones musculoesqueléticas. Es decir, valorar la condición musculoesquelética y detectar de las causas de lesiones musculoesqueléticas permite orientar un programa de rehabilitación que contenga las acciones preventivas más pertinentes (Siqueira et al., 2002).

Otro aspecto interesante es que según los estudios antes mencionados, estos coinciden en que es el cuádriceps quien genera gran potencia y fuerza muscular en el proceso de la carrera de velocidad, y este es el grupo muscular en que sí se destacan cambios o adaptaciones en comparación con una persona no entrenada. Sin embargo, la musculatura isquiotibial presenta características similares entre atletas velocistas y no atletas, y es precisamente ésta musculatura la que presenta una mayor incidencia de lesiones en velocistas, según lo demuestra la literatura.

Como se mencionó, la mayor incidencia de lesiones en velocistas se originan en los músculos isquiotibiales, por lo cual, la prevención de lesiones en ésta zona anatómica es fundamental. Bahr y Mæhlum (2007) indican como medidas preventivas, un adecuado calentamiento, realizar elongaciones de los músculos isquiotibiales antes de un esprinter máximo, evitar el entrenamiento de esprinter máximo completo en climas fríos y el fortalecimiento de la musculatura posterior, enfatizando en particular la acción de los músculos excéntricos.

Seguidamente se cita un programa de ejercicios para los músculos de la parte posterior del muslo según Bahr y Mæhlum (2007):

- Ejercicios para la entrada en calor

Tienen como objetivo preparar la musculatura para un esfuerzo máximo. Los autores no especifican los ejercicios para el calentamiento, pero sí recomiendan la realización de un ejercicio de elongación previo al entrenamiento, para el cual, el atleta debe apoyarse en una silla o algún otro implemento que le brinde estabilidad, relajar el tobillo y presionar el talón contra el suelo durante 5 a 10 segundos, luego se emplea una mano para estirar la rodilla. Recomiendan mantener la posición por 20 segundos y la espalda erecta, asimismo estirar 3 veces cada pierna.

- Entrenamiento de la flexibilidad

Su objetivo es aumentar la amplitud del movimiento de la cadera. Los autores recomiendan la ejecución de este tipo de ejercicio cuando la amplitud de movimiento es limitada, el estiramiento de los músculos isquiotibiales debe efectuarse de forma regular durante 5 a 10 minutos cada vez, por lo menos tres veces a la semana durante el período de pretemporada y dos veces a la semana durante la temporada de competencias. Para el ejercicio un asistente elevará la pierna del atleta con la rodilla algo flexionada, manteniendo la posición un rato antes de que el asistente presione de forma activa la pierna contra su hombro de manera que la rodilla se estire. Se debe mantener la postura por 10 segundos, luego se relaja completamente, mientras el asistente estira cuidadosamente y se inclina hacia delante. Se mantiene la posición durante 45 segundos y se estira cada pierna 3 veces.

- Entrenamiento de la fuerza

El objetivo es mantener el descenso lo más lejos posible para lograr una carga excéntrica máxima de este grupo muscular. La referencia sugiere la implementación de este tipo de ejercicio de forma regular, tres veces a la semana durante el período de pretemporada y dos veces a la semana durante la temporada de competencias. Se realiza el ejercicio con un asistente, que estabiliza las piernas del atleta, luego éste se inclina hacia delante en un movimiento lento con la espalda y caderas extendidas, y realiza una resistencia a la caída hacia delante con la fuerza de los músculos isquiotibiales, hasta caer sobre las manos. Una vez que el pecho toque el piso, el deportista se empuja de inmediato con los brazos hasta que los músculos de la parte posterior del muslo se tensen y el atleta adopte de nuevo la posición de rodillas.

A pesar que los autores plantean un programa de ejercicios, únicamente realizan la ejemplificación de un ejercicio para cada apartado propuesto; esto podría inducir a que en la conformación de un plan preventivo específico para esta zona corporal, se pueda pensar que los ejercicios formulados cumplen con todos los requerimientos para abordar una adecuada prevención. Sin embargo los principios de realización de ejercicios de flexibilidad y fuerza se pueden aplicar a la musculatura en general, con el objetivo de disminuir la incidencia de lesiones generales en los velocistas.

Por último, se hace hincapié como todos los estudios expuestos se enfocan únicamente en temáticas en torno a los miembros inferiores, dejando así en evidencia el importante peso que tienen estas estructuras en el desenvolvimiento eficaz de las carreras de velocidad y la necesidad de contar con medidas preventivas para el cuidado de dichas estructuras, por ende la salud deportiva del velocista.

## 2.12. Operacionalización de variables e indicadores

Este apartado se desarrolla en el cuadro 5, el cual contiene los objetivos específicos de la investigación, las variables o categorías de investigación, el concepto de cada variable indicado para la presente investigación, además los indicadores de cada variable y el método para recolectar la información requerida.

Es importante mencionar que se excluye de este cuadro el tercer objetivo específico de la investigación, debido a que no presenta variables e indicadores medibles, asimismo este indica el resultado final de la investigación, al basarse en una propuesta de intervención fisioterapéutica específica.

Cuadro 5. Operacionalización de variables e indicadores

Objetivos específicos de la investigación	Variables/ Categorías	Concepto	Indicadores		Instrumentos para recolección de datos	
Caracterizar la condición musculoesquelética de los velocistas.	Condición musculoesquelética	Es la situación estructural y funcional de los músculos, huesos y articulaciones que constituyen la composición corporal.	Fuerza muscular del 0 al 5		Examen manual muscular	
			Arcos de movilidad en grados		Evaluación goniométrica	
			Flexibilidad		Hoja de evaluación de habilidades físicas	
			Coordinación			
			Resistencia aeróbica			
Precisar los factores de riesgo asociados a las lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores de los velocistas.	Factores de riesgo	Son todas aquellas circunstancias o características que presenta el velocista, que se conoce que están asociadas con un aumento en la vulnerabilidad	Factores intrínsecos	Edad		Hoja de registro de lesiones deportivas
				Sexo		
				Índice de masa corporal (IMC)		
				Dominancia		
				Presencia de lesiones	Lesión muscular	
					Lesión ligamentosa	
Lesión articular						

		de padecer o desarrollar alguna lesión musculoesquelética en miembros inferiores.			Lesión ósea	
				Práctica deportiva	Años de práctica	
					Horas de entrenamiento semanal	
					Competencias anuales	
					Medidas de prevención	
				Fuerza muscular	Examen manual muscular	
				Arcos de movilidad	Evaluación goniométrica	
Flexibilidad	Hoja de evaluación de					
Coordinación						

				Resistencia aeróbica	habilidades físicas	
			Factores extrínsecos	Técnica de calentamiento	Duración de la etapa	Guía de observación
					Actividades realizadas	
					Nivel de concentración	
				Técnica de estiramiento	Tiempo por movimiento	
					Duración de la etapa	
					Grupos musculares	
					Tipo de estiramiento	
					Tomas	
					Nivel de concentración	
				Pista de atletismo		

				Vestimenta	
				Calzado	

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se describe de manera general la estructuración y características particulares de la investigación, se especifica el enfoque, tipo de estudio, espacio y tiempo, unidad de análisis, población, técnicas de recolección de datos, instrumentos, alcances, limitaciones, plan de análisis y las consideraciones éticas.

#### **3.1. Enfoque**

El enfoque de investigación se basa en una perspectiva de salud deportiva preventiva y de promoción, ya que se analizan los factores de riesgo existentes en la población de estudio, y a partir de esta información se formula una propuesta de intervención fisioterapéutica para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores.

#### **3.2. Tipo de estudio**

Este estudio es de carácter cuantitativo y observacional descriptivo de prevalencia de corte transversal, esto porque se cuantifican en un determinado momento los factores de riesgo y las lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores de los atletas velocistas de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica.

##### **3.2.1. Precisión**

En la presente investigación se trabaja con el total de la población, excluyendo únicamente los que no cumplan los criterios de inclusión. Asimismo para determinar los errores sistemáticos asociados con el análisis, se calculan los intervalos de confianza para cada estimador y así determinar la significación estadística de los resultados, además se realiza una previa validación de los instrumentos empleados.

### 3.2.2. Validez interna

Se consideran los sesgos de información y confusión, se obvia el sesgo de selección debido a que la investigación es de carácter transversal de prevalencia, por lo que no se realizan comparaciones entre grupos de la población, sino la identificación de factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos en la totalidad de los velocistas, y la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas. Debido a que se considera a la totalidad de la población, se presume que los datos obtenidos pueden ser empleados en grupos similares.

Referente al sesgo de información se destaca que los documentos empleados fueron probados con anterioridad en una población homogénea a la del estudio, esto para corroborar que los sujetos comprendan la manera en que están formuladas las preguntas y detectar si hay interrogantes que puedan ser intimidantes. Paralelamente para atenuar el impacto del sesgo, se procedió a que una misma investigadora realizara las evaluaciones de un mismo tipo, por ejemplo, la misma evaluadora realizó la goniometría a todos los participantes. Además, los instrumentos utilizados en las evaluaciones eran de una misma casa comercial y contaban con la calibración adecuada.

Se contempló en torno al sesgo de información, el sesgo de memoria y el sesgo del investigador. En lo que al sesgo de memoria -también llamado de recuerdo- se refiere, este se puede presentar al realizar el registro de lesiones, ya que los atletas brindaron datos retrospectivos al recordar acontecimientos de exposición a factores de riesgo que se dieron tiempo atrás, lo que podría conllevar a que la persona pueda exagerar, atenuar u omitir información relevante dependiendo el grado de efecto asociado con la exposición a dichos factores, según la significancia o evolución de éstas, lo que podría inducir a sesgos en la investigación, asimismo se recalca que este tipo de sesgo no puede ser controlado por las investigadoras (Beaglehole, Bonita & Kjellstrom, 1994).

Y en cuanto al sesgo del investigador, a pesar de que las investigadoras fueron las encargadas de realizar las evaluaciones, por ende conocer a los sujetos, se procuró el control de éste sesgo por medio de la asignación de un código numérico para cada atleta en vez de utilizar el nombre de los sujetos en los registros.

Concerniente al sesgo de confusión, este se pretendió controlar por medio de la restricción, ya que se establecieron criterios de inclusión y exclusión para limitar la entrada de sujetos al estudio. En la investigación también se integraron dentro de las variables de investigación los factores de riesgo no modificables primordiales, con la finalidad de neutralizar este sesgo.

### 3.2.3. Validez externa

Los resultados del estudio se pueden generalizar a grupos con características similares a las de la población de atletas velocistas intervenida, lo cual garantiza la validez externa de la investigación. Por lo cual los aportes de la propuesta de intervención fisioterapéutica preventiva pueden ser empleados por deportistas con variables equivalentes.

## 3.3. Espacio y tiempo

### 3.3.1. Espacio

El espacio en el cual se desarrolla el estudio tiene lugar en el Estadio Ecológico de la Universidad de Costa Rica (UCR), en la pista de la Universidad Nacional, pista del Tecnológico de Costa Rica (TEC), Estadio Nacional, pista de Santo Domingo y Belén de Heredia. En el primero entrenan los velocistas de la UCR y la Universidad Estatal a Distancia (UNED), en el segundo entrenan los velocistas de la Universidad Nacional (UNA), en la tercera locación entrenan los atletas del Instituto Tecnológico de Costa Rica y en las tres últimas pistas entrenan algunos velocistas de la UNED.

En cuanto a las características que poseen las pistas mencionadas, según lo expuesto por el coordinador del área deportiva de la UCR, Henri Ortiz (2011) en una entrevista, el Estadio Ecológico cuenta con una pista de 400 metros, el piso es de tartán que es un material sintético, cuenta con ocho carriles y en general, cumple con los lineamientos establecidos por la IAAF.

Las pistas para competiciones oficiales cuentan con medidas específicas para su construcción. Tanto la pista con que cuenta la UCR, como la que posee el TEC tienen las

medidas y características estipuladas por la IAAF, mientras que las demás pistas son de cemento.

### 3.3.2. Tiempo

Esta investigación abarcaría un plazo de trece meses, iniciando en el mes de marzo del 2014 y concluyendo en el mes de abril del año 2015. Se opta por este periodo para realizar las valoraciones pertinentes, el trabajo de campo, la interacción con los grupos en estudio y el análisis de los datos.

### 3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis son los velocistas, específicamente se centra en los siguientes aspectos: factores de riesgo y las lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores, esto debido a que es el área anatómica y biomecánica, según la técnica de entrenamiento y cargas de trabajo, con mayor tendencia a presentar alteraciones musculoesqueléticas.

### 3.5. Población

#### 3.5.1. Características generales

La población estuvo conformada por 28 velocistas estudiantes, pertenecientes a los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica. Participaron en el estudio los atletas con disposición a participar en el estudio al firmar el consentimiento informado.

#### 3.5.2. Criterios de inclusión

Sujetos que cumplieron con las siguientes características:

- Debidamente inscritos en la Federación Costarricense de Atletismo.
- Inscritos en el equipo de atletismo correspondiente (equipo de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica).
- Con participación activa de las competencias y de los entrenamientos.

- Sin presencia de lesiones musculoesqueléticas deportivas en miembros inferiores con menos de un mes de evolución.
- Que entrenen y compitan en distancias de 100, 200 y 400 metros planos.
- Que firmen el consentimiento informado.

### 3.5.3. Criterios de exclusión

Se incluye en este apartado a los sujetos que al momento del estudio no completaron al cien por ciento el proceso evaluativo, siendo este la recolección de la totalidad de los datos requeridos mediante los instrumentos propuestos para el desarrollo del presente trabajo.

### 3.6. Técnica de recolección de datos

El enfoque de investigación es de carácter cuantitativo, ya que se emplearon diversas escalas y factores de medición en su recolección para la cuantificación de los indicadores: fuerza muscular del 0 al 5, arcos de movilidad en grados, pruebas de flexibilidad, coordinación y resistencia aeróbica, técnica de calentamiento, técnica de estiramiento, registro de lesiones y de la práctica deportiva, pista de atletismo, vestimenta y calzado deportivo; posterior al análisis y procesamiento de datos se realiza una propuesta de intervención fisioterapéutica preventiva específica para velocistas.

### 3.7. Instrumentos

Para la obtención de los datos se contó con cinco instrumentos, los cuales son: Hoja de registro de lesiones deportivas, Examen manual muscular, Evaluación goniométrica, Hoja de evaluación de habilidades físicas y una Guía de observación. A continuación se explica en qué consiste cada una de ellas.

- Hoja de registro de lesiones deportivas

Documento con el cual se conocen las variables relacionadas con la edad, sexo, IMC, dominancia, registro de lesiones (momento de la lesión, mecanismo, localización, tipo, evolución, tratamiento, entre otros) y datos de la práctica deportiva (años de práctica,

horas de entrenamiento, número de competencias anuales, entre otros). Dicho instrumento se aplica a cada individuo en forma de entrevista (Véase anexo número 2).

- Examen manual muscular (EMM)

Este examen permite evaluar la fuerza muscular de los músculos de los miembros inferiores de los velocistas (Véase anexo número 3). La evaluación de todos los sujetos se realiza por la misma evaluadora, la cual para hacer la prueba debe ejercer cierto grado de fuerza en contrafuerza con el movimiento pedido a la persona. Todas estas pruebas se efectúan basadas en el libro Pruebas Funcionales Musculares de Daniel's Worthingham's.

Al realizar cada prueba, la fuerza del músculo se califica del 0 al 5, teniendo cada músculo una única calificación. Se categorizan de la siguiente manera:

Cuadro 6. Clasificación de la fuerza muscular según la condición.

<b>Fuerza Muscular</b>	
<b>Puntuación numérica</b>	<b>Puntuación cualitativa</b>
5	Normal (N)
4	Bien (B)
3	Regular (R)
2	Mal (M)
1	Actividad escasa (E)
0	Nula (sin actividad) (0)

Fuente: Worthingham's D. (s.f.). Pruebas Funcionales Musculares. Sexta edición. Editorial MARBAN.

Según Worthingham's (s.f.), "el empleo de las puntuaciones adicionales (+) o (-) junto con el grado asignado carece de justificación, excepto en dos casos: regular + y mal -", sin embargo para efectos de esta investigación se utilizan el (+) o el (-) en el registro de los

datos relacionados con la fuerza muscular que permita precisar el análisis de los resultados.

- Evaluación goniométrica

La evaluación se ejecutó con el fin de conocer los arcos de movilidad de cada una de las articulaciones de los miembros inferiores, que incluye cadera, rodilla, tobillo y dedos del pie.

Para esta evaluación se necesitó de un goniómetro universal, instrumento diseñado para dicho fin, se mide en grados y cuenta con numeración del 0° a 360°. Los parámetros de normalidad para cada movimiento se muestran en el instrumento respectivo en el anexo 4. Al igual que en el EMM, la misma evaluadora realiza la evaluación de todos los sujetos.

- Hoja de evaluación de habilidades físicas

Se realizó con el fin de conocer los indicadores de flexibilidad en miembros inferiores, coordinación y resistencia aeróbica de los sujetos. Los datos recolectados son comparados con las referencias para así determinar los índices de cada prueba (Véase anexo número 5).

- Guía de observación

Con este instrumento se recolectan los datos relacionados con la técnica de calentamiento y estiramiento, pista de atletismo, vestimenta y calzado de los atletas de velocidad (Véase anexo número 6).

### 3.8. Alcances

Generar información reproducible en poblaciones con características y condiciones similares, lo que permitiría orientar la intervención fisioterapéutica basada en la prevención de lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores, relacionado con el análisis de factores de riesgo de los velocistas de los grupos de atletismo.

### 3.9. Limitaciones

A lo largo de la investigación se presentaron algunos problemas como limitantes de tiempo, recursos y costos en la realización del estudio. Aspectos que sin duda restringieron el desarrollo, magnitud y alcances que pudo tener dicha investigación.

Otra limitación fue el hecho de que si alguno de los sujetos presentó alguna lesión en sus miembros inferiores, se confió en el diagnóstico emitido por el médico correspondiente. No se les realizó pruebas de gabinete confirmatorias del diagnóstico médico respectivo; este aspecto podría alterar la precisión y validez de la investigación.

### 3.10. Plan de análisis

Los resultados obtenidos con el presente estudio primeramente se presentan de manera descriptiva. Dentro de los procedimientos estadísticos de mayor importancia para el análisis de los datos se empleó la prevalencia, para determinar la proporción de individuos de la población que presenta lesiones, para luego conocer la frecuencia de estas en miembros inferiores. Esta estimación se realizó en un momento concreto, por lo que describirá la situación de los velocistas en torno a las lesiones musculoesqueléticas en un momento determinado, no en futuro.

Esta información se obtuvo a partir de instrumentos previamente validados (Véase apartado 3.7.); dichos datos se transcribieron en tablas para posteriormente ser analizados. Se utilizó el paquete de datos SPSS 22 para el análisis y agrupación de los datos recolectados, asimismo para la codificación de la información.

Luego se elaboró un análisis simple donde se muestran los resultados de cómo se relacionan los factores de riesgo utilizando dos variables; las variables dependientes o principales lesiones e independientes como lo son por ejemplo el sexo y el índice de masa corporal.

Posteriormente se realizó un análisis múltiple con ecuaciones de regresión logística binaria que consideran igual que en el análisis simple, las lesiones como variable dependiente y los factores de riesgo las variables independientes, para obtener la

magnitud de dichos indicadores en los velocistas estudiados. Asimismo para el análisis simple y múltiple se consideran únicamente los datos con una proporción mínima del 30% del total de los atletas evaluados para el procesamiento y presentación de los datos.

Se recalca que se calcularon los siguientes indicadores de riesgo relativo: Odds Ratio (OR) que permite estimar el efecto que tiene el factor de riesgo en dicha población, además el Intervalo de Confianza (IC) que determina la precisión y por ende la confiabilidad del estudio y por último se estima la precisión (p), que da a conocer la significancia estadística de la investigación. También se estimó la población atribuible a expuestos (Pae) y los casos atribuidos (Ca). En el capítulo 4 se amplían estos conceptos.

### 3.11. Consideraciones éticas

En bioética, se encuentran principios ampliamente reconocidos en la mayoría de los documentos éticos y normativos, entre estos, el más divulgado es el Informe Belmont elaborado por la Comisión Nacional para la Protección de Personas Objeto de la Experimentación Biomédica y de la Conducta de 1978. Este "(...) Informe expresó los principios de respeto a las personas, de beneficencia y de justicia. Posteriormente, estos principios fueron ampliados y aplicados para la ética biomédica por Beauchamp y Childress" (Secretaría de Salud / Hospital Juárez, s.f.).

La Secretaría de Salud / Hospital Juárez (s.f.) de México, expone como principios bioéticos, el respeto por la autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia, todos estos con el fin de velar por la protección integral de las personas implicadas en estudios biomédicos. Por lo cual, las consideraciones éticas deben basarse en mantener el respeto al anonimato, a la privacidad y al manejo de los datos recolectados confidencialmente.

Con el fin de garantizar todo lo anterior, en esta investigación los atletas formaron parte del estudio de manera voluntaria que se constata mediante la autorización firmada de la Fórmula de Consentimiento Informado (Véase anexo número 1), validada por la Universidad de Costa Rica. Los datos confidenciales recopilados con los

diversos instrumentos fueron ingresados a una base de datos que será destruida diez años luego de finalizada y publicada la investigación.

A las personas que participan en este estudio se les garantizó que su participación no implicaría algún riesgo potencial para su salud física y mental, incluyendo el riesgo de la pérdida de privacidad. En cuanto a este último punto, se le aseguró a cada participante que no se publicaría su nombre, ni datos que permitan identificarle.

Además a estos individuos se les explicó que como resultado de su participación en este estudio no existiría ningún beneficio directo, sin embargo, el análisis de los datos obtenidos de dicha población podría generar conocimientos básicos sobre el tema, que insten a otros profesionales a complementar y generar mayor conocimiento entorno a éste.

Los resultados de la investigación son con fines únicamente académicos y no serán comercializados, se entregará una copia de este estudio a los entes involucrados en la realización.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### 4.1. Presentación de los datos

La presente investigación fue realizada con el objetivo de identificar las principales lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores de los velocistas de las cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo de marzo a julio de 2014.

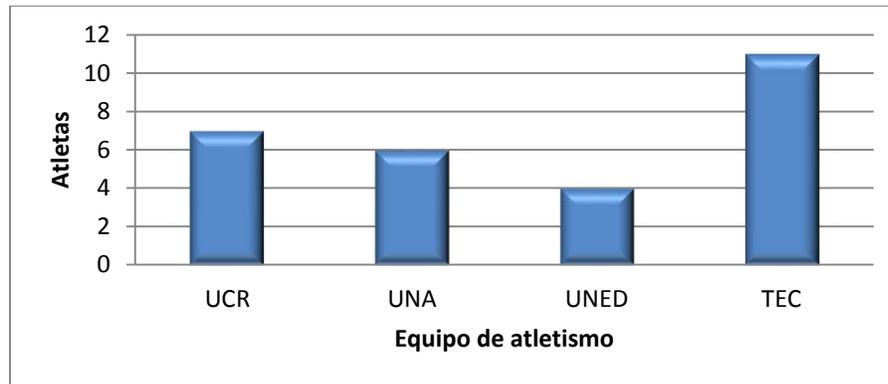
El grupo investigado constó de 28 atletas de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica. Los porcentajes y valores presentados en este capítulo tienen su sustento en los atletas que completaron el total de las evaluaciones, por lo tanto los 28 velocistas evaluados son el 100% de la población investigada.

A continuación se realiza la presentación de los datos obtenidos con las evaluaciones y pruebas efectuadas, relacionadas con el registro de lesiones, fuerza muscular, arcos de movilidad, habilidades físicas y una guía de observación.

##### 4.1.1. Generalidades de la población

Relacionado con los datos generales, el total de la población evaluada se distribuye del siguiente modo,

Gráfico 1. Distribución de los velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

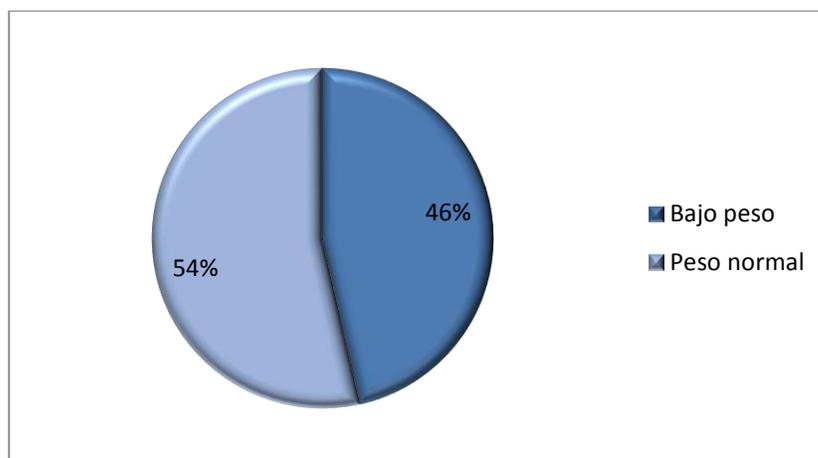


Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al sexo el 64,3% de la población son hombres y el 35,7% mujeres, asimismo la edad de los atletas presenta una media de 20 años, donde el mínimo son 17 años y el máximo 26 años. Conjuntamente los datos indican que 24 velocistas presentan dominancia derecha y 4 velocistas dominancia izquierda, lo que podría conformar un factor de riesgo en la prevalencia de lesiones que será analizado posteriormente.

La talla muestra un mínimo de 1,53 metros y el máximo de 1,88 metros, dando una media de 1,72 metros, la estadística ha demostrado que los mejores exponentes de la velocidad miden entre 1,65 metros y 1,90 metros aunque la talla no es una limitante para la práctica de la especialidad. Además el peso en kilogramos indica una media de 63,6 kilos, donde el mínimo es de 46 kilos y el máximo 89 kilos, lo que brinda un índice de masa corporal que muestra los siguientes resultados,

Gráfico 2. Índice de masa corporal de los velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Se organizaron los datos de índice de masa corporal en los siguientes valores, menos de 18,5 bajo peso, de 18,5 a 24,99 peso normal, de 25 a 29,99 sobrepeso y más de 30 obesidad. En la población investigada resalta que la mayoría de velocistas están bajo peso, sin embargo las referencias coinciden en aseverar que el exceso de talla se define como mayor inconveniente que la presencia de bajo peso en los velocistas de 100 y 200 metros planos.

#### 4.1.2. Registro de lesiones en miembros inferiores

En cuanto a los datos relacionados con las lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores en los velocistas, se empleó una hoja de registro de lesiones (Véase anexo número 2) donde se obtuvieron los datos descritos seguidamente.

Se obtuvo que del total de la población en estudio, 24 atletas indican alguna lesión en miembros inferiores durante el tiempo que llevan practicando el atletismo de velocidad, lo cual representa el 85,7% y solo 4 atletas no refirieron lesión.

Asimismo los 24 velocistas con alguna lesión mencionaron que el 68% del total de las lesiones registradas (53 lesiones en total) se produjeron durante los entrenamientos, un 22,6% durante competencias y 9,4% sin relación con el deporte. Según García y Arufe (2003) el 70% de las lesiones se producen por exceso de entrenamiento, lo que podría explicar, como en el caso del análisis, la alta incidencia de lesiones durante los entrenamientos.

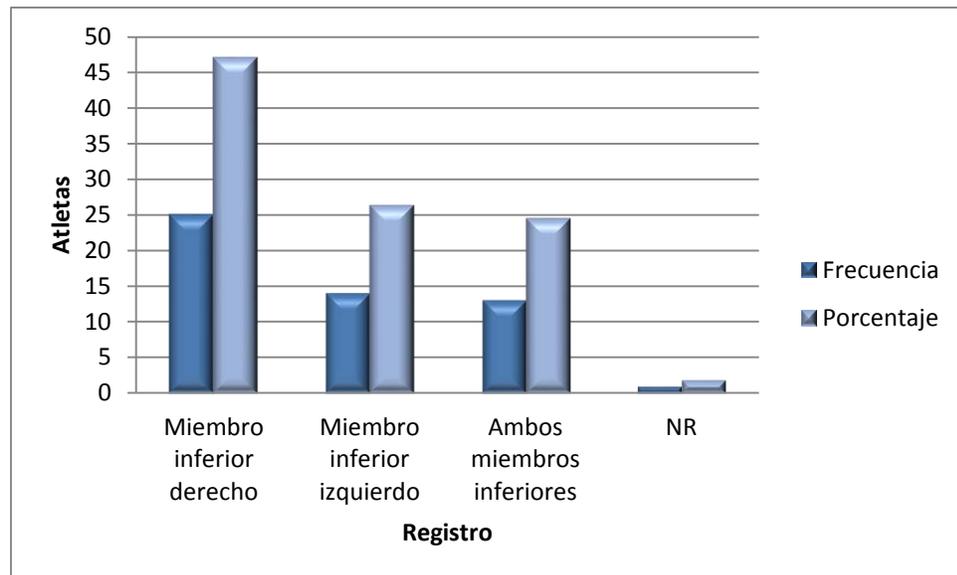
Conjuntamente el 84,9% señaló haber realizado estiramiento previo, similar al 81,1% que refirieron haber hecho calentamiento previo, en contraposición con el 11,3% que no realizaron estiramiento y el 13,2% que no efectuaron calentamiento antes de la práctica deportiva.

Además se resalta que en el 56,6% de los casos la lesión no es recidivante y en el 64,2% de los atletas la zona lesionada no causa molestias actualmente.

Relacionado con el mecanismo de lesión se obtuvo que el 28,3% de los datos fueron por traumatismo directo, el 1,9% sin causa identificada y el 69,8% debido a sobrecargas musculares, lo que se asemeja al 76,9% que indica García y Arufe (2003) en su estudio, en el cual mencionan "(...) que la mayoría de la patología lesional de las carreras de atletismo se origina por "sobrecarga" debido a un trabajo excesivo sobre articulaciones, músculos y tendones" (García y Arufe, 2003).

Referente a la localización general de las lesiones se obtiene,

Gráfico 3. Localización general de las lesiones en los velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

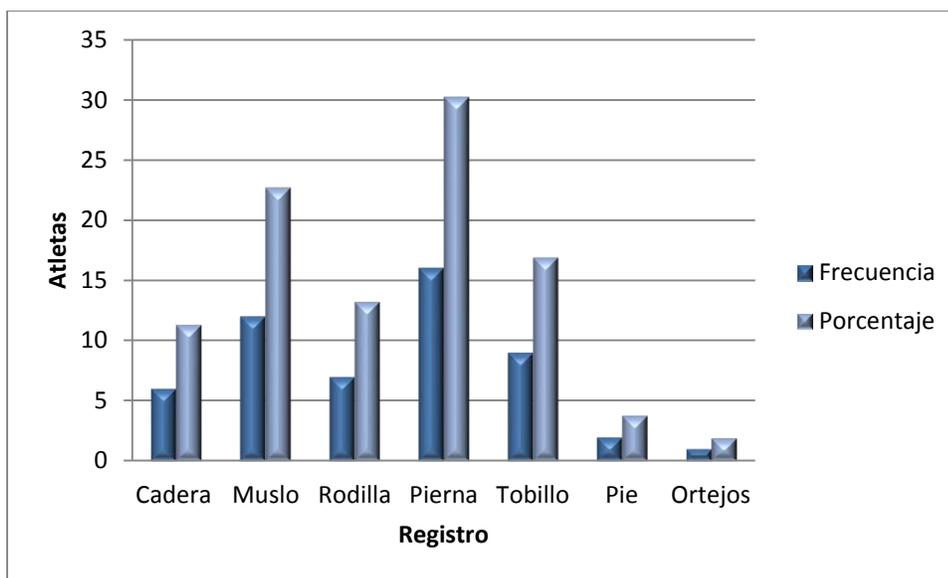


Fuente: Elaboración propia.

La mayor prevalencia de lesiones en miembro inferior derecho se relaciona directamente, según las referencias, a la dominancia derecha que poseen los atletas y el consecuente desequilibrio muscular entre el hemicuerpo dominante y el no dominante, que puede ser mermado con la implementación de un adecuado plan preventivo que incluya el estiramiento de la musculatura tónica y fortalecimiento de la musculatura fásica, que evite desequilibrios musculares y prevenga contracturas o lesiones importantes (García y Arufe, 2003).

Concerniente a la localización específica de las lesiones, en el gráfico 4 se describe la localización específica de las lesiones según hallazgos.

Gráfico 4. Localización específica de las lesiones en los velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

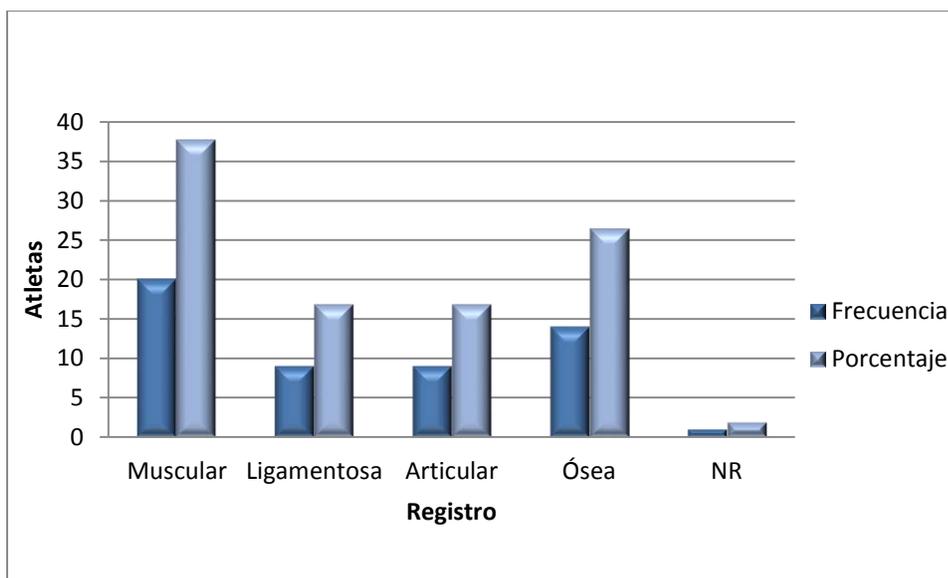


Fuente: Elaboración propia.

Se destaca las zonas anatómicas de las piernas y los muslos en las cuales se localizan los músculos gemelos e isquiotibiales, respectivamente, hallazgo que coincide con lo consultado en la literatura, según la cual, en investigaciones previas realizadas presentan un alto número de contracturas y sobrecargas musculares lo que aumenta la incidencia de lesiones (Bahr y Mæhlum, 2007) (Yeung et al., 2009) (Salazar, 2012).

Respecto a la clasificación según tipo de tejido afectado, la lesión muscular según González (1998) supone el 42% del total de las lesiones, luego las lesiones ligamentosas con el 23% y las óseas y articulares con el 9% cada una. En la presente investigación, con la limitante del número de sujetos participantes, los resultados presentan discrepancia en cuanto al porcentaje sobre lesiones óseas que refleja un porcentaje mayor a las lesiones ligamentosas y articulares, sin embargo el porcentaje correspondiente a la lesión muscular ocupa el primer lugar tanto en el estudio mencionado como en esta investigación.

Gráfico 5. Clasificación de las lesiones en los velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Según tipo de lesión se obtuvieron los siguientes resultados, periostitis 37,5% de las lesiones, ruptura muscular 33,3%, esguince 25%, distensión, contractura y tendinitis 21% cada una, fracturas, luxación y ruptura fibrilar 8,3% cada una, por último, algia, pubalgia, fascitis plantar y bursitis con un 4% cada una. Se destaca que sumando los casos de ruptura muscular, distensiones y contracturas se respalda lo mencionado anteriormente sobre la mayor prevalencia de lesiones musculares.

Al momento del estudio se mostró que las lesiones presentaban una evolución con los consecuentes porcentajes, menos de un mes en el 11,3% de los velocistas, menos de seis meses 18,9%, menos de un año 11,3%, de uno a tres años 45,3% y más de tres años 13,2%. Lo anterior se puede relacionar con los años de practicar la disciplina de velocidad, ya que 35,7% de los atletas indicaron menos de dos años de realizar carreras de velocidad, que puede asociarse al poco desarrollo de habilidades físicas y una técnica deportiva principiante.

Relacionado con el tratamiento empleado en las lesiones de los velocistas el 69,4% indicaron recibir atención fisioterapéutica, ningún tratamiento o de otra modalidad el 11,9% cada uno y de tipo farmacológico el 6,8%, de los cuales solo el 33,9% recibió tratamiento de forma inmediata y el 51% días posteriores a la lesión, estos factores pueden influir en su recuperación. Asimismo se agrega que el 78,6% no emplean medidas preventivas como vendajes funcionales, férulas u otro dispositivo.

Finalmente los velocistas indicaron en el 39,3% de los casos, entrenar menos de 7 horas por semana en contraste con el 60,7% de atletas que entrenan más de 8 horas semanalmente. Asimismo el 57,1% menciona tener más de cinco competiciones anualmente y el 75% señalan dedicarse exclusivamente al atletismo de velocidad. Aunque los factores mencionados no pueden cuantificarse numeralmente para ser considerados factores de riesgo, es importante tener en consideración no buscar "(...) el éxito deportivo inmediato, ni la especialización precoz; ya que no debemos olvidar que la mayoría de las lesiones son provocadas por sobreentrenamiento (...)" (García y Arufe, 2003).

#### 4.1.3. Caracterización de los datos relacionados con la fuerza muscular en miembros inferiores

Con respecto a la fuerza muscular, a todos los velocistas se les evaluó dicha condición mediante el Examen Manual Muscular (EMM), el cual permite categorizar la fuerza de cada músculo entre 0 y 5. Cabe aclarar que en lo que concierne a los datos de fuerza muscular en miembros inferiores, se hizo uso de las puntuaciones adicionales (+) y (-). En el capítulo III se detalla la tabla de clasificación.

En cuanto a los resultados obtenidos, todos los velocistas se encontraban en un rango de fuerza entre 3 (regular) y 5 (normal); la mayoría con puntuaciones de 4 (bien). A continuación se detallan los resultados del EMM para cada uno de los movimientos.

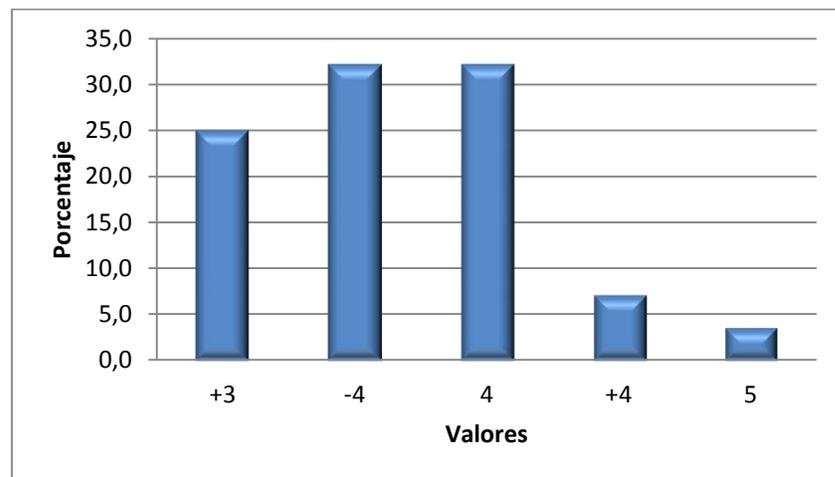
En el movimiento de flexión de cadera específicamente en los músculos iliopsoas y recto femoral, del total de los atletas evaluados, ocho sujetos obtuvieron +3 y nueve sujetos presentaron una fuerza de +4, estos datos corresponden al lado izquierdo, mientras que del lado derecho, seis sujetos obtuvieron +3 y once +4. Dejando en

evidencia que la cadera del lado derecho presenta mayor fuerza que la izquierda en los velocistas universitarios.

Sin embargo, en el movimiento de flexión de cadera realizado por el músculo sartorio, tanto en el lado derecho como en el izquierdo, la mayoría obtuvo un puntaje de +4 (11 y 10 sujetos respectivamente).

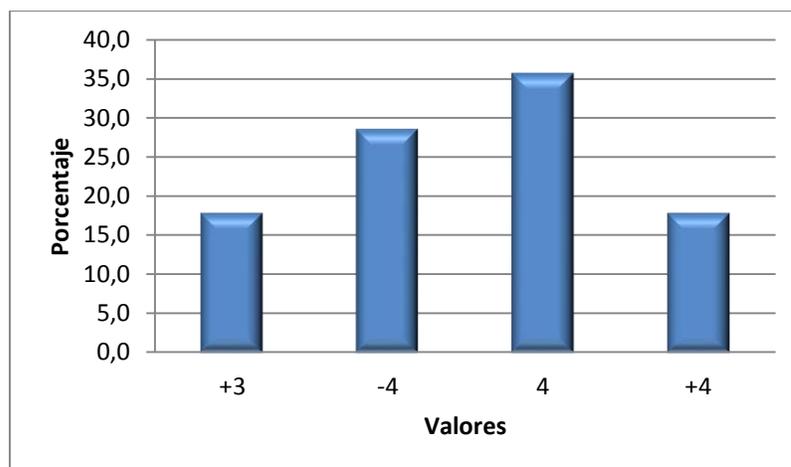
Los siguientes dos gráficos muestran la distribución de la población total en cuanto a fuerza al realizar el movimiento de extensión de cadera por parte del glúteo mayor e isquiotibiales, tanto en el lado izquierdo como en el derecho,

Gráfico 6. Fuerza muscular en cadera izquierda al realizar el movimiento de extensión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7. Fuerza muscular en cadera derecha al realizar el movimiento de extensión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Los atletas puntuaron en su mayoría -4 y 4 bilateralmente y aislando únicamente al glúteo mayor, los resultados estuvieron equitativos entre el lado derecho e izquierdo, obteniendo como calificación +3, -4 y 4.

Los músculos extensores de cadera tienen un papel fundamental en los atletas velocistas, ya que este conjunto de músculos permite dar al atleta estabilidad en la fase de impulso, donde el centro de gravedad sobrepasa el apoyo y se da la extensión del muslo. Y esta fase es la que precede la fase de vuelo (Rius, 2005).

Según los datos obtenidos para el movimiento de abducción de cadera, el 32%, (9 individuos) de la población evaluada obtuvo -4 en el movimiento realizado por los músculos glúteo medio y tensor de la fascia lata de ambos lados. Mientras que la musculatura aductora de cadera (aductor mayor, largo y corto, grácil y pectíneo) presenta en su mayoría una fuerza de +3. En el lado izquierdo equivalente a quince individuos y en el lado derecho a catorce.

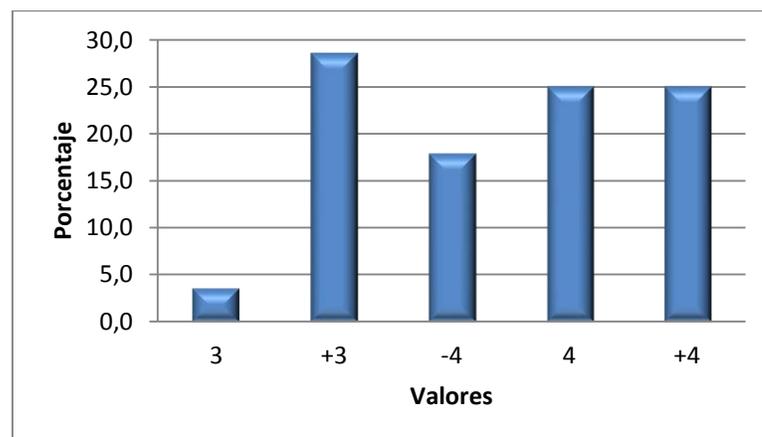
Estos últimos datos son de relevancia, ya que se observa un desequilibrio muscular entre la musculatura abductora y aductora de atletas velocistas, pero lo más representativo aún es el grado de debilidad muscular que obtuvieron los atletas en los aductores de cadera, los cuales tienen gran demanda de estos grupos musculares para su práctica deportiva.

Siguiendo con la cadera, la rotación interna de esta realizada por el glúteo menor, doce atletas tuvieron -4 en la cadera derecha y la minoría (2) obtuvo +3, en contraposición del lado izquierdo, ya que nueve atletas presentaron fuerza de +4 y cuatro +3.

El movimiento de rotación externa de la cadera está dado por los músculos: obturador interno, obturador externo, gemelo superior, gemelo inferior, piramidal y cuadrado femoral. Los resultados obtenidos a partir del EMM determinaron que del total de atletas evaluados (28), sólo seis alcanzaron una puntuación de +4 en el lado izquierdo y cinco del lado derecho.

Refiriéndose a la articulación de la rodilla, para el movimiento de flexión ejecutado por los isquiotibiales del lado izquierdo, los velocistas se distribuyen de este modo

Gráfico 8. Fuerza muscular en rodilla izquierda al realizar el movimiento de flexión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

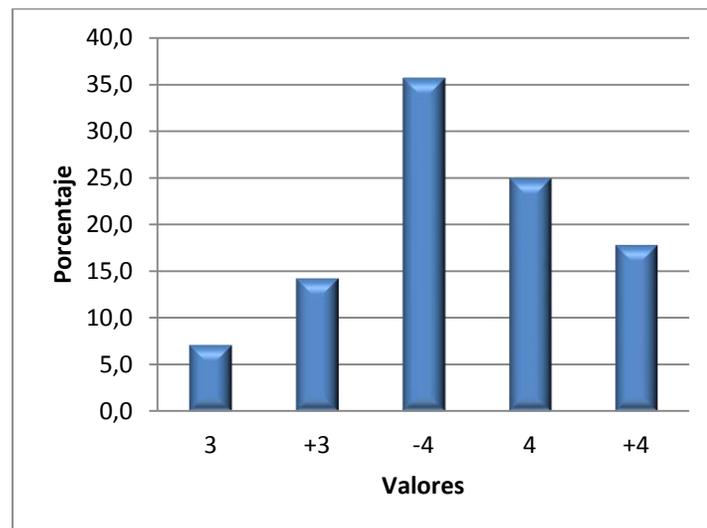


Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la mayoría de los atletas presentaron la puntuación de “bien”. Ahora, al dividir la musculatura flexora de rodilla izquierda, la fuerza del bíceps femoral fue regular en el 39,2% de los atletas, y fue buena en el 60,8%. Los mismos porcentajes se obtuvieron en los músculos semitendinoso y semimembranoso.

A continuación se detalla gráficamente la distribución que presentó la población evaluada en cuanto a fuerza al flexionar la rodilla derecha,

Gráfico 9. Fuerza muscular en rodilla derecha al realizar el movimiento de flexión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

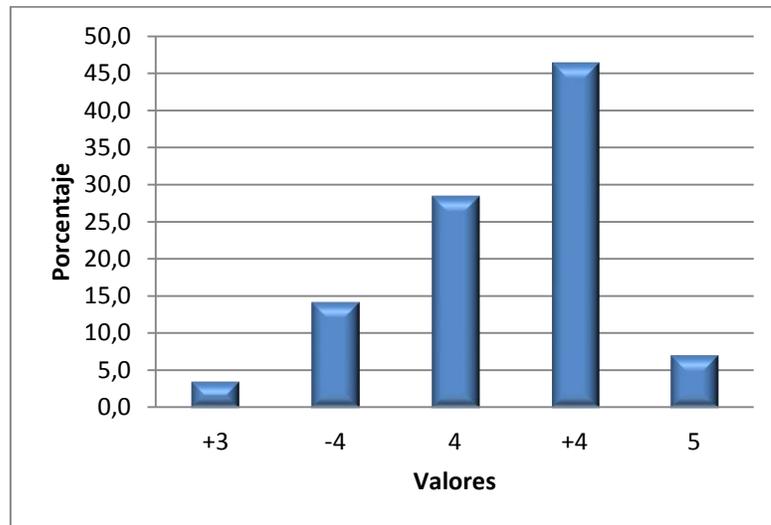


Fuente: Elaboración propia.

Las cifras anteriores permiten apreciar cierta asimetría en la fuerza muscular de los flexores de rodilla del lado izquierdo en comparación con el lado derecho, siendo este último el lado en que la mayoría de los velocistas presentan mayor fuerza. Además, un dato por tomar en cuenta es que la mayoría de los atletas presentan dominancia derecha.

Siguiendo con la musculatura del muslo, se presentan los resultados de la fuerza de la musculatura extensora de rodilla o cuádriceps femoral, el cual está conformada por los músculos recto anterior, vasto externo, vasto interno (cabeza larga y oblicua) y crural.

Gráfico 10. Fuerza muscular en rodilla derecha e izquierda al realizar el movimiento de extensión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Si se comparan los músculos flexores de rodilla con los extensores, se visualiza que estos últimos presentan mayor fuerza que sus antagonistas, ya que sólo un sujeto obtuvo calificación de regular (+3) mientras que en los flexores más personas tuvieron fuerza regular. (9 del lado izquierdo y 6 del derecho) Salazar (2012) argumenta que los músculos isquiotibiales son más propensos a desgarros musculares debido a la extensión máxima de rodilla que realizan los atletas, por lo que es crucial el buen acondicionamiento físico de esta musculatura.

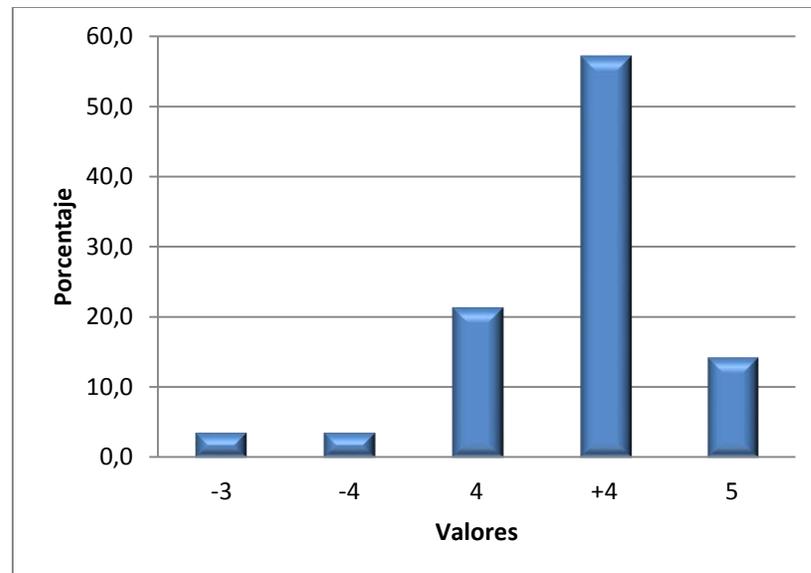
La articulación del tobillo se evaluó mediante los cuatro movimientos del mismo, flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión. La fuerza obtenida por los músculos gastrocnemios, sóleo y plantar (que realizan el movimiento de flexión plantar) fue de puntuación 3 en la totalidad de los individuos. Se aclara que esta es la calificación máxima para este grupo muscular.

Por otro lado, un velocista obtuvo calificación regular, veintidós puntuación bien y cinco la calificación de normal en el músculo que realiza la dorsiflexión (tibial anterior), tanto en el lado derecho como en el izquierdo.

El tibial anterior y tibial posterior que ejecutan el movimiento de inversión de tobillo, para ambos miembros inferiores, la mayoría obtuvo puntuación “bien” (24), un sujeto obtuvo regular y tres sujetos presentaron calificación máxima. Y para el movimiento de eversión en el lado derecho una persona obtuvo -3, veintitrés tuvieron la calificación de “bien” y cuatro presentaron fuerza normal. Mientras que en el lado izquierdo, en el mismo movimiento un sujeto obtuvo -3, veinticuatro puntuación de “bien” y tres calificación 5.

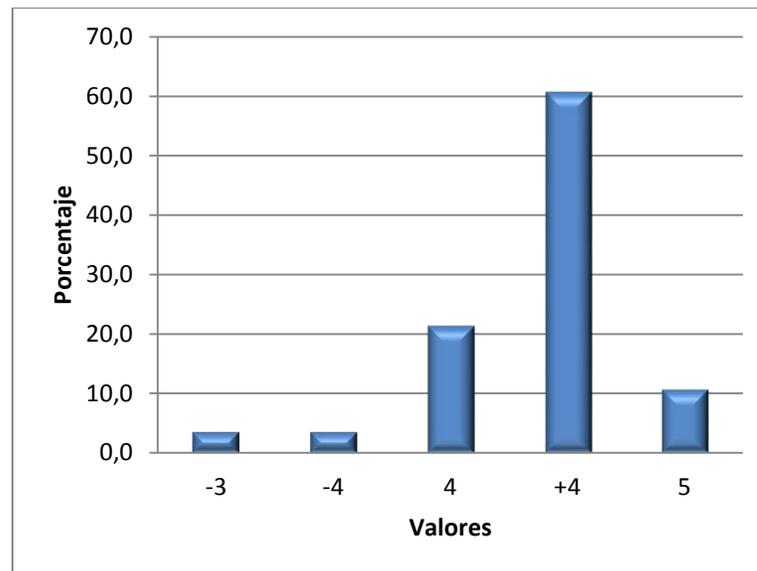
A continuación se aprecian los gráficos de eversión de tobillo,

Gráfico 11. Fuerza muscular en tobillo derecho al realizar el movimiento de eversión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12. Fuerza muscular en tobillo izquierdo al realizar el movimiento de Eversión, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

En ambos tobillos se logra apreciar que la mayoría de los sujetos cuentan con buena fuerza muscular para este movimiento, viendo así que la población cuenta con una fuerza equilibrada entre los músculos inversores y eversores del tobillo.

En lo que respecta a los dedos del pie, los resultados en la población evaluada son los siguientes: +4: 67,9%, 4: 25% y 5: 7,1% en el flexor corto y flexor largo dedos derecho e izquierdo. En el extensor corto y extensor largo dedos derecho 4+: 60,7%, 4: 32,1% y 5: 7,1%, mientras que el extensor corto y extensor largo dedos izquierdo presentó calificación 4+: 64,3%, 4: 28,6% y 5: 7,1%.

Y en el primer orjejo, los músculos flexor corto, flexor largo y extensor corto izquierdo y derecho, la puntuación fue de 4+ en el 64,3%, una fuerza muscular de 4 la obtuvo el 28,6% de la población y 7,1% una puntuación de 5. El músculo extensor largo primer orjejo izquierdo 4+: 64,3%, 4: 32,1% y 5: 3,6%, y el extensor largo del primer orjejo derecho 4+: 64,3%, 4: 28,6% y 5: 7,1%. Es indispensable que exista una adecuada fuerza

muscular en el primer oratejo ya que “con el apoyo en el primer oratejo se finaliza la impulsión” (Rius, 2005).

#### 4.1.4. Caracterización de los datos relacionados con los arcos de movilidad en miembros inferiores

Los arcos de movilidad fueron valorados con base en un instrumento que establece las medidas en arcos que debe tener una persona, además de usar como instrumentos dos goniómetros, uno universal y otro de dedos (Véase anexo número 4).

Primeramente, en el movimiento de flexión de la articulación de la cadera con la rodilla flexionada para ambos lados, la mayoría de los sujetos obtuvieron 110° (once sujetos lado izquierdo y doce del lado derecho) y sólo dos presentaron 125° del lado izquierdo y uno del lado derecho. También se valoró la flexión de cadera con la rodilla extendida, en donde tuvieron 90° o más, once velocistas en el lado izquierdo y diez contralateral.

El movimiento de extensión de cadera del lado izquierdo, sólo cuatro individuos no estuvieron en el rango preestablecido, mientras que en el lado derecho cinco individuos obtuvieron menos de 20°.

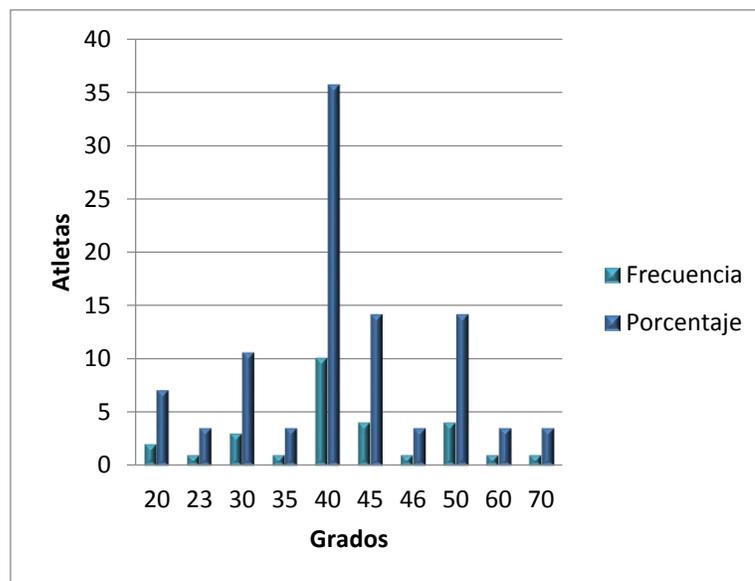
Dieciocho atletas alcanzaron un rango mayor o igual al predeterminado en la abducción de cadera izquierda y diecisiete en el lado derecho. Y en el movimiento de aducción que contrapone al anterior, la mayoría de los atletas se encuentran con arcos de movilidad normal, ya que catorce lograron 20° y doce sujetos tienen más amplitud de movimiento que éste, para el lado izquierdo. El lado derecho se comporta de una manera similar, ya que doce individuos tienen la movilidad de 20° y trece presentan mayor arco de movilidad.

La amplitud preestablecida de la rotación interna y externa de cadera es de 45°. En cuanto a rotación externa, el 60,8% de los velocistas alcanzó esta cifra o más en el lado izquierdo y 50,1% del lado derecho. En el movimiento de rotación interna, 60,8% igualó o superó el arco normal en el lado izquierdo y 57,1% en el lado derecho.

Pasando a la articulación de la rodilla, el 100% de los atletas evaluados presentaron 0° en el arco de movilidad de extensión para ambas rodillas. En la flexión izquierda, 71,5% de los atletas obtuvieron entre 110° y 135° y 64,3% en flexión derecha también estuvieron en ese rango de movilidad.

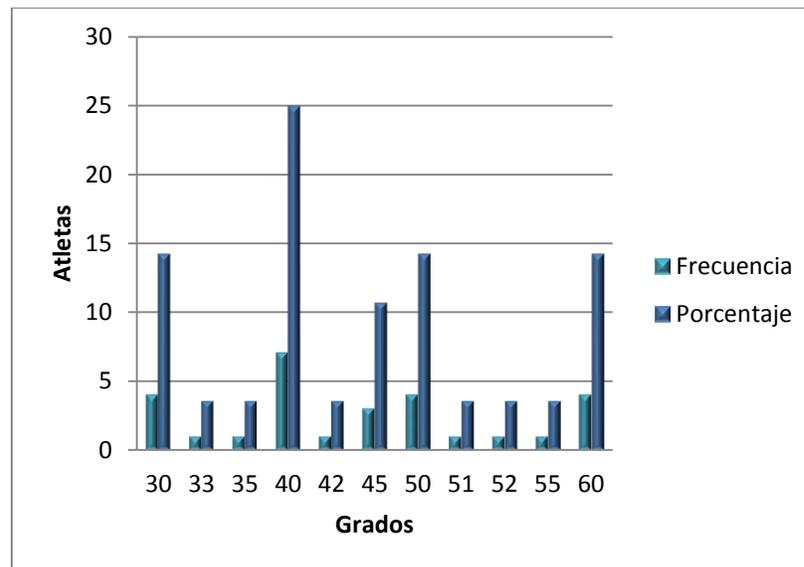
A la articulación del tobillo se le evaluaron cuatro movimientos, dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión. Relacionado con el movimiento de flexión plantar del tobillo izquierdo y derecho,

Gráfico 13. Arco de movilidad en tobillo izquierdo al realizar el movimiento de flexión plantar, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14. Arco de movilidad en tobillo derecho al realizar el movimiento de flexión plantar, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Los sujetos presentaron la particularidad de tener este arco de movilidad aumentado. La flexión plantar en los velocistas es de gran relevancia, ya que el lograr una buena amplitud en dicho movimiento va a permitirle al atleta un mejor desempeño al correr.

Rius (2005) detalla las fases que debe llevar a cabo un corredor, y explica que en la fase de contacto-amortiguación se da de forma rápida y “cuanto mayor es la velocidad de carrera, el apoyo se efectúa más cerca de los dedos”, lo que quiere decir que a mayor velocidad, el pie se encuentra en su máxima flexión plantar. Además de que la bóveda plantar va a acumular energía elástica para liberarla en la fase de impulso.

Respecto a la dorsiflexión, trece velocistas presentaron un ángulo igual o mayor a 20° en el lado izquierdo y dieciséis del lado derecho. Es importante una adecuada amplitud de este movimiento, ya que la inflexibilidad en la dorsiflexión ha sido asociada con periostitis tibial y fracturas por estrés (Beck, 1998).

El movimiento de inversión del tobillo, sólo diez sujetos presentaron un arco igual o mayor a los grados establecidos para dicha articulación en el lado derecho y doce del lado izquierdo. Por otro lado, en la eversión del pie izquierdo, ocho velocistas obtuvieron 25° o más, mientras que del lado derecho siete presentaron la angulación anterior.

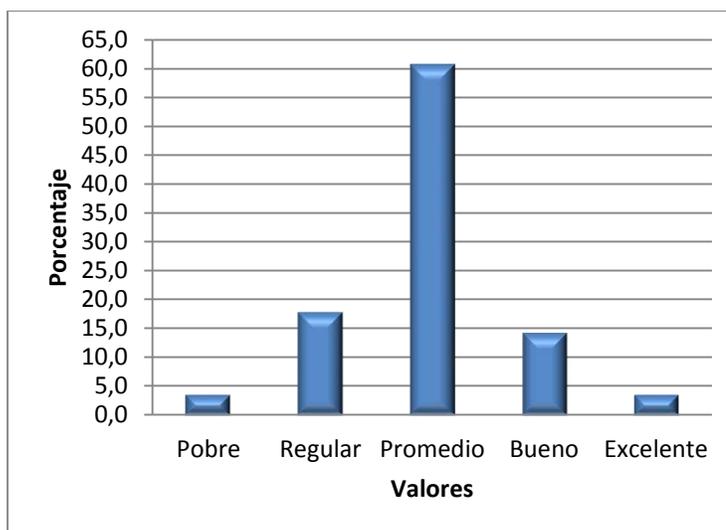
Y en lo que respecta a dedos del pie, los atletas alcanzaron 40° o más en la flexión metatarsfalángica (MTF) izquierda y derecha de 57,3% y 50,2% respectivamente. En la flexión interfalángica proximal (IFP) la mayoría alcanzó y superó el arco predeterminado, 67,9% en el lado izquierdo y 57,2% del derecho. Lo que no sucedió en la flexión interfalángica distal (IFD) donde menos de la mitad de los sujetos lograron conseguir el arco de movilidad propuesto, esto para ambos lados. Por último, 7,1% de los atletas obtuvieron 60° o más la extensión metatarsfalángica izquierda y 3,6% en la derecha.

#### 4.1.5. Caracterización de los datos relacionados con las habilidades físicas en los velocistas

Mediante tres pruebas se pudo valorar en los atletas la flexibilidad en miembros inferiores, coordinación y resistencia aeróbica de los mismos. Cada una de estas pruebas son estandarizadas y cada una de ellas posee sus respectivas tablas de clasificación (Véase anexo número 5).

Se visualiza en el siguiente gráfico los resultados que obtuvieron los atletas en la prueba "Sit and Reach",

Gráfico 15. Flexibilidad en miembros inferiores al realizar la prueba “Sit and Reach”, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



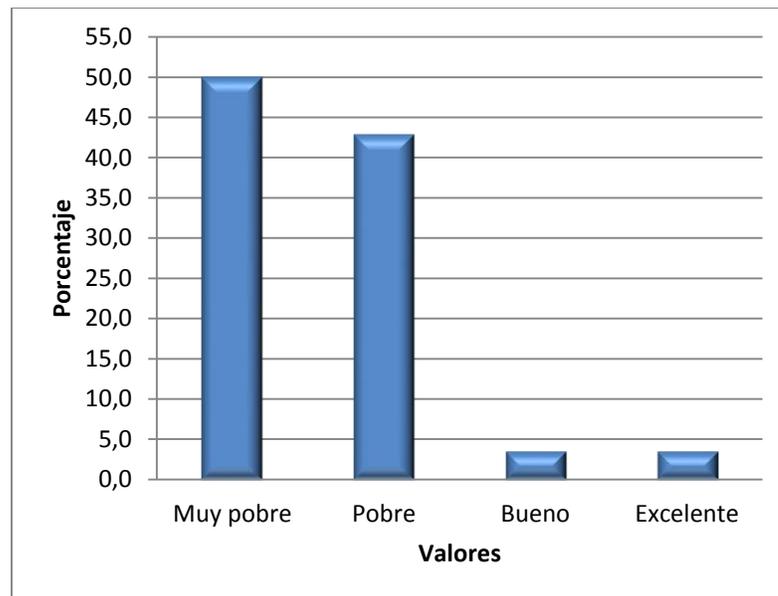
Fuente: Elaboración propia.

La primera prueba “Sit and reach” permite evaluar la flexibilidad, en la cual la mayoría obtuvo una puntuación promedio (17). La flexibilidad es importante como parte de las habilidades físicas que van a permitir una mejora en el rendimiento deportivo.

Otra habilidad importante en los velocistas es la coordinación, así lo deja manifiesto Ramos & Ramos (2010) cuando afirman que esta es considerada una de las capacidades más importantes de los velocistas, en conjunto con la velocidad y fuerza, para así lograr un rendimiento elevado. Esta capacidad física fue valorada utilizando la “Prueba de coordinación”, en la cual se determina que todos los atletas velocistas se encuentran en la categoría de excelente.

Enseguida se muestra la distribución de los atletas al realizar la tercera prueba de habilidad física,

Gráfico 16. Resistencia aeróbica al realizar la prueba “Beep Test”, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

En la prueba de resistencia aeróbica, se obtiene que la mitad de los obtuvieron el calificativo de muy pobre y sólo uno la calificación de excelente. Dejando manifiesto que esta área podría fomentarse más en las actividades deportivas de los atletas.

#### 4.1.6. Caracterización de los datos relacionados con la observación de los entrenamientos en los velocistas

En este apartado se detallan los datos obtenidos en relación con la pista de atletismo, vestimenta, calzado y técnica de calentamiento y estiramiento de los velocistas los cuales son factores de riesgo, extrínsecos e intrínsecos en el atletismo.

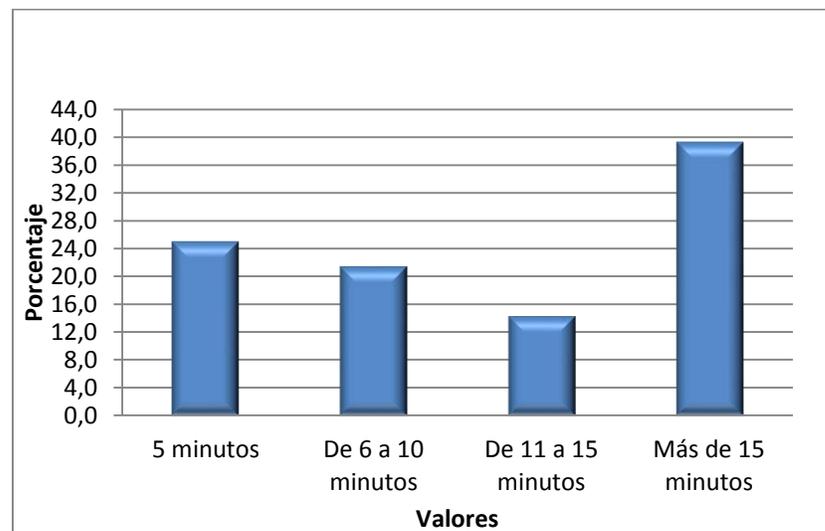
Referente a la pista de atletismo, 78,6% de los atletas (22) practican su disciplina deportiva en una pista de atletismo que cumple con la reglamentación internacional de la IAAF (International Association of Athletics Federations) y 21,4% de ellos entrenan en pista de cemento.

En lo que respecta a la vestimenta, todos los velocistas usan ropa deportiva, la cual es cómoda y fresca y utilizan calzado deportivo con menos de seis meses de uso ya que ellos mismos expresaron que se les gasta la suela muy rápido. (Menos de 400 millas o 644 kilómetros)

Otro factor crucial es la técnica tanto de calentamiento y estiramiento que cada uno de los deportistas desarrolla. Como lo recalca Platonov (2001), el calentamiento lo conforman una serie de ejercicios orientados en preparar el organismo del atleta y su realización debe ser obligatoria tanto en los entrenamientos como en las competencias, para así prevenir lesiones.

Seguidamente se presenta el tiempo que tardan los atletas realizando la etapa de calentamiento,

Gráfico 17. Tiempo de calentamiento al realizar la práctica deportiva, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



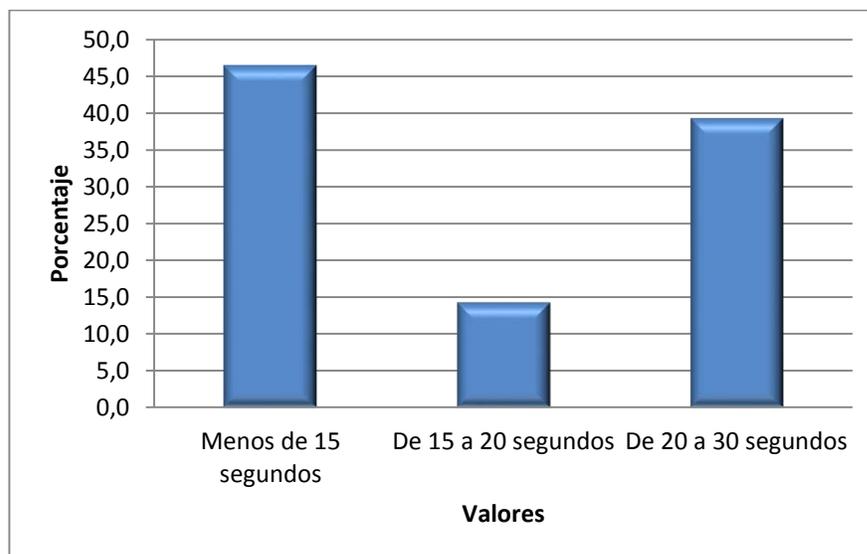
Fuente: Elaboración propia.

De la población evaluada, menos de la mitad tarda más de quince minutos realizando los ejercicios de calentamiento y el 75% siempre realiza la etapa de calentamiento.

Además, el 60,7% de los atletas de velocidad hacen de cinco a siete actividades de calentamiento y 39,3% más de siete actividades. Y en cuanto a nivel de concentración, 78,6% poseen uno muy bueno y 21,4% concentración regular.

El gráfico a continuación señala el tiempo de estiramiento por cada movimiento que invierten los velocistas,

Gráfico 18. Tiempo de estiramiento por movimiento al realizar la práctica deportiva, en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.



Fuente: Elaboración propia.

La etapa de estiramientos también es fundamental en los atletas velocistas. Según Bahr & Mæhlum (2007), la elongación de los grupos musculares inmersos en la práctica deportiva específica ayuda a aumentar la amplitud de los movimientos.

Ahora, de los velocistas participantes en el estudio, el 100% de los atletas dicen que siempre ejecutan estiramientos. En cifras, 46,4% duran menos de cinco minutos estirando y 53,6% tardan entre seis y diez minutos en total.

En cuanto a la musculatura involucrada en cada estiramiento, el 100% de los atletas realizan estiramiento para los extensores de cadera y aductores de cadera. Además, 78,6% estiran los flexores de cadera, 53,6% elongan los abductores de cadera, 53,6% los rotadores internos de cadera y 75% los rotadores externos de cadera.

Los flexores de rodilla son estirados por la totalidad de los atletas y una menor cantidad estiran los extensores de la misma. (78,6%) Siguiendo con el tobillo, 64,3% realizan estiramiento de flexores de tobillo, 53,6% estiran los extensores, la mayoría (85,7%) realizan elongación de los aductores y abductores. Y sólo un 14,3% realizan a parte de estos, otros estiramientos.

Los estiramientos que ejecutan los atletas de velocidad son de tipo sostenido y mixto. (39,3% y 60,7% respectivamente), la mayoría (64,3%) para la realización del estiramiento coloca sus manos sobre la articulación y no sobre el vientre muscular. Y por último, el nivel de concentración de los velocistas es muy bueno en un 14,3%, bueno en un 64,3% y 21,4% presenta concentración regular.

#### 4.2. Análisis de riesgo simple

Este tipo de análisis permite realizar una exploración de los datos obtenidos y presentados en la sección anterior con el fin de presentar los factores de riesgo que pueden aumentar la probabilidad de sufrir lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores en velocistas.

Es importante destacar que, según Urina y Triana (2002) un factor de riesgo (FR) es una condición o característica que se presenta tempranamente en un individuo o población, que puede ser asociado a un aumento en la probabilidad de desarrollar una enfermedad o lesión a futuro.

De este análisis derivan dos modelos explicativos, analizados con tablas de contingencia de 2 x 2, en los cuales se detallan el odds ratio (OR), intervalo de confianza (IC), precisión (p), población atribuible a expuestos (Pae) y casos atribuidos (Ca).

El valor de OR estima el riesgo relativo. Mientras más alto el valor de la OR (magnitud del riesgo), este evidencia el efecto que tiene el factor de riesgo sobre una persona o población. Si OR es igual a uno, el riesgo será igual tanto para los expuestos como para los no expuestos, si OR es mayor a uno, el factor de riesgo puede estar implicado en circunstancias del estudio, pero si OR es menor que uno, no se estaría probando el FR, sino un factor protector.

El intervalo de confianza permite determinar la confiabilidad del estudio, entre mayor sea el IC menos preciso o confiable es el resultado, en este caso, el riesgo a sufrir la lesión por variable independiente.

El valor de p evidencia la significancia estadística y "corresponde a la probabilidad de que la diferencia en los riesgos sea debida al azar, o lo que es lo mismo, de que en realidad no haya diferencia entre ellos. Si P es pequeña, usualmente igual a 0,05 o menor (...) se concluye que es poco probable que el azar explique las diferencias encontradas" (Fletcher, R., Fletcher, S. & Wagner, E., 1998).

Los Ca, son una medida para conocer el impacto de la exposición a un factor de riesgo. Es la proporción de todas las personas que se expusieron y se lesionaron y que se lesionaron por la exposición al factor de riesgo. Mientras que la proporción atribuible al factor de riesgo (Pae) es la proporción de personas expuestas que enfermaron debido a la exposición, se trata del número de la proporción de casos prevenibles si se controla el factor de riesgo al que están expuestos.

Cabe aclarar que los valores obtenidos pueden verse afectados en el presente estudio producto de haberse realizado con una población reducida. Sin embargo es de interés tener un panorama general de los factores a los cuales se encuentran expuestos los velocistas universitarios.

Para la realización del análisis simple se incluyeron únicamente los factores que representaran un mínimo del 30% del total de la población estudiada, por lo cual en este apartado se incluyen únicamente la periostitis y la ruptura muscular como lesiones, y sexo, índice de masa corporal, momento de lesión, lesión recidivante, mecanismo de lesión,

evolución, años de práctica, horas de entrenamiento, competiciones anuales, tiempo total de calentamiento, tiempo total de estiramiento, tiempo por movimiento durante los estiramientos, tipo de estiramiento, tomas durante estiramientos, y resistencia aeróbica, como factores de riesgo.

Tabla 1. Modelo explicativo I. Periostitis, factores de riesgo y su magnitud en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

Factores de riesgo	Exposición	OR	IC	p	Pae	Ca
Sexo	Mujer	2,2	0,38 - 12,57	0,65	54,55%	2,18
Índice de masa corporal	Bajo peso	0,75	0,13 - 4,22	0,91	NA	NA
Momento de lesión	Entrenamiento	7	0,69 - 70,73	0,17	85,71%	6,85
Lesión recidivante	Sí presenta	2,2	0,38 - 12,57	0,65	54,55%	2,18
Mecanismo de lesión	Sobreuso	1,75	0,26 - 11,74	0,90	42,86%	3,00
Evolución	Menos de un año	0,91	0,17 - 4,81	0,75	NA	NA
Años de práctica	Menos de 5 años	2,5	0,45 - 13,65	0,52	60%	3,00
Horas de entrenamiento	8 o más horas semanales	0,31	0,05 - 1,93	0,41	NA	NA
Competiciones anuales	5 o más competiciones	1	0,17 - 5,77	0,65	0	0
Tiempo total de calentamiento	De 5 a 10 minutos	1,09	0,20 - 5,75	0,75	8,57%	0,42
Tiempo total de estiramiento	Menos de 5 minutos	1,09	0,20 - 5,75	0,75	8,57%	0,42
Estiramiento tiempo por movimiento	Menos de 15 segundos	1,09	0,20 - 5,75	0,75	8,57%	0,42
Tipo de estiramiento	Mixto	1,75	0,26 - 11,74	0,90	42,86%	3,00

Estiramiento tomas	Sobre articulación	0,4	0,07 - 2,18	0,52	NA	NA
--------------------	--------------------	-----	-------------	------	----	----

Fuente: Elaboración propia.

Relacionado con la periostitis se efectuó el análisis con los factores mencionados anteriormente y a partir de las referencias valoradas en los capítulos anteriores del presente estudio; se determinó como factores de exposición ser mujer, presentar bajo peso, el entrenamiento, la lesión recidivante, el sobreuso, lesiones con menos de un año de evolución.

Además de tomar como factores de exposición, el que un atleta cuente con menos de cinco años de práctica deportiva, realizar cinco o más competiciones al año, ejecutar los ejercicios de calentamiento en menos de diez minutos, hacer la fase de estiramientos en menos de cinco minutos, durar menos de quince segundos en los movimientos de estiramiento, los estiramientos mixtos y efectuar las tomas de los estiramientos sobre las articulaciones.

En cuanto a la odds ratio (OR) sus valores indican que los atletas que tardan menos de diez minutos realizando el calentamiento, menos de cinco minutos en el tiempo total de estiramientos y realizan cada movimiento de estiramiento en menos de quince segundos, tienen 1 probabilidad más de lesionarse de periostitis que el resto, asimismo los que exhiben sobreuso y efectúan estiramientos mixtos ostentan 1,75 mayor probabilidad de tener periostitis.

Además se destaca que los velocistas de sexo femenino (mujeres) y los que presentan lesión recidivante manifiestan 2,2 más riesgo de periostitis que los atletas no expuestos a dichos factores de riesgo. Paralelamente los atletas con menos de cinco años de practicar la disciplina de velocidad tienen 2,5 más probabilidad de padecer periostitis. El dato de mayor relevancia es en cuanto al momento de la lesión, ya que durante el entrenamiento hay 7 veces más riesgo de sufrir periostitis.

Los índices de confianza (IC) presentan valores en algunos casos con amplios rangos de variabilidad, lo que podría atribuirse a que la población valorada es poca, lo que

favorece esta inconsecuencia estadística. Igualmente la precisión (p) en ninguno de los factores analizados alcanza el 0,05 por ciento requerido para plantear una hipótesis lo que se puede atribuir a que el total de la población investigada es escasa.

Referente a la proporción atribuible a la exposición (Pae) se destaca que controlando los factores de tiempo total de calentamiento, tiempo total de estiramiento y estiramiento tiempo por movimiento se puede prevenir el 8,57% de los casos, similar es con los estiramientos tipo mixto y el sobreuso que representan el 42,86% de los casos prevenibles. En valores mayores se encuentra la presencia de lesión recidivante y ser mujer con un 54,55%, menos de cinco años de práctica deportiva el 60% y los entrenamientos con un 85,71%, de los atleta que se lesionaron debido a la exposición con dichos factores.

Relativo a los casos atribuibles (Ca) se indica que dos sujetos se deben a la presencia de lesión recidivante y por su condición de mujer, tres casos a la ejecución de estiramientos mixtos, menos de cinco años de práctica deportiva y el sobreuso, y un aproximado de siete casos a los entrenamientos.

Tabla 2. Modelo explicativo II. Ruptura muscular, factores de riesgo y su magnitud en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

Factores de riesgo	Exposición	OR	IC	p	Pae	Ca
Sexo	Hombre	0,75	0,12 - 4,48	0,87	NA	NA
Índice de masa corporal	Bajo peso	2,2	0,38 - 12,57	0,65	54,55%	2,18
Momento de lesión	Entrenamiento	0,13	0,02 - 0,92	0,09	NA	NA
Lesión recidivante	Sí presenta	0,55	0,08 - 3,69	0,87	NA	NA
Mecanismo de lesión	Sobreuso	0,23	0,03 - 1,49	0,26	NA	NA
Evolución	Menos de un año	0,6	0,10 - 3,33	0,88	NA	NA
Años de práctica	Menos de 5	0,11	0,01 - 1,12	0,10	NA	NA

	años					
Competiciones anuales	5 o más competiciones	1,8	0,27 - 11,96	0,87	44,44%	2,66
Tiempo total de calentamiento	De 5 a 10 minutos	1,66	0,29 - 9,44	0,88	40%	2,0
Tiempo total de estiramiento	Menos de 5 minutos	1,66	0,29 - 9,44	0,88	40%	2,0
Estiramiento tiempo por movimiento	Menos de 15 segundos	1,66	0,29 - 9,44	0,88	40%	2,0
Tipo de estiramiento	Mixto	4,2	0,41 - 43,03	0,42	76,19%	5,33
Estiramiento tomas	Sobre articulación	0,6	0,10 - 3,33	0,88	NA	NA
Resistencia aeróbica	Muy pobre	0,2	0,03 - 1,32	0,19	NA	NA

Fuente: Elaboración propia.

Concerniente con la ruptura muscular se desarrolló el análisis con los mismos factores de riesgo y factores de exposición que en la lesión de periostitis, con las excepciones del sexo que se modifica a "hombre" y la inclusión de resistencia aeróbica muy pobre como factor de riesgo.

La OR evidencia que los velocistas que duran menos de diez minutos realizando el calentamiento, menos de cinco minutos en el tiempo total de estiramientos y realizan cada movimiento de estiramiento en menos de quince segundos, tienen 1,66 más probabilidad de presentar ruptura muscular; participar en cinco a más competiciones al años un 1,8 más riesgo de lesión de ruptura muscular. Similar se encuentra la presencia de bajo peso con un 2,2 mayor probabilidad de presencia de dicha lesión y el dato de mayor relevancia es la ejecución de estiramientos mixtos con 4,2 más probabilidad de tener una ruptura muscular.

Similar a la periostitis los índices de confianza muestran generalmente valores con amplios rangos de variabilidad, y la precisión en ninguno de los factores obtuvo el 0,05 por ciento necesario para considerar lo analizado como una hipótesis, estos resultados se

podrían atribuir a que el total de la población estudiada es escasa para obtener datos estadísticamente significativos.

Relacionado a la proporción atribuible a la exposición, el 40% de los casos expuestos a los factores de tiempo total de calentamiento, tiempo total de estiramiento y estiramiento tiempo por movimiento son prevenibles controlando dichos factores, el 44,44% de los que tienen menos de cinco años de ser velocistas, el 54,55% que presentan bajo peso y el 76,19% de los efectuaron estiramientos tipo mixto presentaron ruptura muscular debido a que se expusieron a estos factores y representan los casos prevenibles si se controlan todos los factores citados.

Finalmente los casos atribuibles a la exposición, un estimado de dos atletas se deben a la realización de menos de diez minutos de calentamiento, menos de cinco minutos de estiramientos, menos de quince segundos en cada movimiento de estiramiento, presentar un bajo índice de masa corporal y efectuar más de cinco competiciones anuales. Por último cinco casos se pueden atribuir a la realización de estiramientos tipo mixto.

#### 4.3. Análisis de riesgo múltiple

Según Hernández (s.f.) "es el análisis de la relación entre varias variables independientes y al menos una dependiente". En este caso la variable dependiente es la lesión y las variables independientes corresponden a los factores de riesgo asociados a la práctica deportiva.

Este análisis permite visualizar el contexto de multiplicidad de factores que podrían explicar la presencia de la lesión o enfermedad en la población expuesta. Los valores de la magnitud del riesgo forman parte de ecuaciones estocásticas y por lo tanto se encuentran ajustados, estandarizados, con el propósito de controlar el efecto confusor o de interacción, de manera que se trata de resultados con mayor validez.

En el siguiente análisis se toman en cuenta dos de las principales lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores que sufren los velocistas universitarios, estas son la periostitis tibial y la ruptura muscular; y para desarrollar este análisis se calculó la OR, el intervalo de confianza (IC) y la precisión (p).

A continuación se presenta la tabla con los datos obtenidos a partir del análisis múltiple para la periostitis tibial.

Tabla 3. Análisis múltiple. Periostitis tibial, factores de riesgo y su magnitud en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

<b>Factores de riesgo</b>	<b>Condición de exposición</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
Sexo	Mujer	1,77	0,25-12,48	0,56
Lesión recidivante	Sí presenta	2,23	0,31-15,63	0,41
Mecanismo de lesión	Sobreuso	1,30	0,16-10,25	0,79
Horas de entrenamiento	8 o más horas semanales	0,29	0,04-2,12	0,22
Tiempo total de estiramiento	Menos de 5 minutos	1,56	0,24-9,89	0,63

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo este análisis se eligieron cinco factores de riesgo que podrían incidir en el desarrollo de esta lesión según las referencias bibliográficas; los cuales presentan como factores de exposición: ser mujer, haber sufrido de periostitis con anterioridad, sobreuso de las estructuras anatómicas involucradas, entrenar ocho o más horas por semana y efectuar estiramientos por menos de cinco minutos.

Se destaca que al igual que en el análisis simple, los intervalos de confianza poseen límites amplios, lo cual le resta precisión a los resultados esto debido al tamaño de la población (28 atletas), además de que en ninguno de los factores el valor de p es menor o igual a 0,05 para poderlo determinar como una hipótesis.

Concerniente a la periostitis, se muestra que una mujer, con sobreuso de las estructuras de la tibia y que realice ejercicios de estiramiento por un tiempo menor a cinco minutos podría presentar 1 probabilidad más de padecer de periostitis tibial.

Como bien se conoce, la periostitis tibial es una de las lesiones más comunes en los atletas, y corresponde a un dolor en el borde medial de la tibia, exactamente en el tercio medial y distal de esta en una longitud de al menos cinco centímetros (Moen et al, 2009).

Esta condición tiene como causa el sobreuso, siendo este un factor de riesgo imprescindible para esta lesión, ya que esta se da por repetidas tracciones al periostio, recubrimiento en el cual se encuentran sujetas las fibras musculares, principalmente las del músculo sóleo, tibial posterior y flexor largo de los dedos.

La investigadora Belinda Beck (1998), relata que las investigaciones sugieren que la periostitis tibial se da como consecuencia de la repetida exposición de la tibia a la tensión lo cual da paso a la sobrecarga. Jovičić et al, (2014) concuerda en que la mayoría de los investigadores del tema señalan como mecanismo de lesión el sobreuso muscular, al ocurrir una separación-tracción de las fibras musculares en el punto de unión con el hueso tibial.

Diversos estudios, tanto en cadáveres como in vivo demuestran que la repetida tracción en el periostio ocasiona el daño en la estructura pero además de esta explicación, otros autores señalan que la periostitis es causada por un aumento en la tensión de la diáfisis tibial que supera el umbral de reparación de micro-traumas provocando que el daño se acumule, sobrecargando así la tibia, además demostraron que hay un aumento en la tensión tibial cuando los músculos se encuentran fatigados (Moen et al, 2009).

El ser mujer también constituye un factor de riesgo para las practicantes de esta disciplina deportiva. Así lo confirman Moen, Tol, Weir, Steunebrink y De Winter, (2009) los cuales nombran que el sexo femenino es un factor intrínseco. Jovičić et al, (2014) concuerdan con los autores anteriores y señalan que diferentes estudios documentan que el género femenino es un factor de riesgo estadísticamente significativo.

Otro factor de riesgo lo constituye el realizar menos de cinco minutos de estiramientos. Los estiramientos van a formar parte importante en el desarrollo de la actividad deportiva. Bahr & Maehlum (2007) aportan que una medida para prevenir

lesiones musculoesqueléticas es la realización de una adecuada elongación de los grupos musculares involucrados en la disciplina deportiva específica.

La musculatura en miembros inferiores es extensa y variada, por lo que existen diversos tipos de estiramientos para cada grupo muscular. Por lo cual es importante que el atleta pudiera invertir tiempo en la realización de estos estiramientos antes de la práctica deportiva como medida preventiva.

En la literatura no se especifica que menos de cinco minutos de estiramientos puedan ser factor de riesgo para la periostitis, pero sí señala que una disminución en la flexibilidad en el movimiento de la dorsiflexión podría estar asociado con periostitis tibial e inclusive a fracturas por estrés tibial (Beck, 1998). Esta autora también expone que los ejercicios de estiramiento para el tríceps surae es la opción más utilizada por los clínicos para tratar los pacientes con periostitis tibial. Lo que llevaría a pensar que realizar estiramientos que promuevan la flexibilidad en los dorsiflexores podría contribuir en la disminución de aparición esta condición.

Otro factor de riesgo a considerar es la presencia de lesión recidivante, el cual determinó que un velocista que padeció de periostitis podría tener una doble probabilidad de lesionarse nuevamente de periostitis. (OR= 2,23) Moen et al (2009) narran que un estudio retrospectivo canadiense encontró que los atletas que han tenido una historia previa de periostitis son más propensos a desarrollar periostitis tibial que aquellos que no han sufrido dicha lesión en el pasado. Este estudio obtuvo una p de 0,0001, confirmando que el tener una lesión recidivante va a aumentar significativamente la probabilidad de padecer nuevamente de periostitis.

El último factor de riesgo incluido en el análisis fueron las horas de entrenamiento por semana que realizan los velocistas. Para este factor la OR calculada fue menor a 1 (0,29), por lo que se considera un factor protector. Por lo que se deduce que entre más horas entrene un atleta va a tener menos probabilidad de lesionarse de periostitis.

Sin embargo, cabe rescatar que esto tiene que ir de la mano de un entrenamiento balanceado, adecuadamente planificado para cada velocista, según la especificidad del

deporte y con un controlado aumento de cargas para no sobrecargar las estructuras osteomusculares. Jovičić et al, (2014) señala que errores en el entrenamiento y la fatiga son factores adicionales que pueden provocar periostitis tibial.

Referente a la ruptura muscular a continuación se presentan los resultados del análisis múltiple.

Tabla 4. Análisis múltiple. Ruptura muscular, factores de riesgo y su magnitud en velocistas de los equipos de atletismo de cuatro universidades públicas de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre marzo y julio del 2014.

<b>Factores de riesgo</b>	<b>Condición de exposición</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>P</b>
Índice de masa corporal	Bajo peso	5,32	0,24-116,33	0,28
Momento de la lesión	Entrenamiento	0,09	0,00-1,45	0,09
Mecanismo de lesión	Sobreuso	0,07	0,00-1,36	0,08
Tiempo total de calentamiento	Menos de 10 minutos	3,62	0,27-47,40	0,32
Años de práctica	Menos de 5 años	0,06	0,00-1,91	0,11

Fuente: Elaboración propia.

La ruptura muscular biomecánicamente "(...) aparece siempre en músculos poliarticulares a los que se exige una tensión violenta, y contracción en un segmento de la extremidad en asincronismo articular" (González, 1998). Además las rupturas musculares pueden clasificarse en parciales que se definen como un desgarro importante que no afecta completamente al vientre muscular sino a una parte del mismo; y totales donde se afecta todo el grosor del músculo lesionado (Cardero, 2008).

En esta lesión se determinan como factores de riesgo el índice de masa corporal, el momento de la lesión, el mecanismo de lesión, el tiempo total de calentamiento y los años

de práctica deportiva; asimismo como condición de exposición el bajo peso, el entrenamiento, el sobreuso, realizar menos de diez minutos de ejercicios de calentamiento y presentar menos de cinco años de práctica de la disciplina de velocidad.

Referente a la OR se obtuvo que los velocistas que presentan bajo peso determinado por el índice de masa corporal manifiestan 5 veces mayor probabilidad de sufrir una ruptura muscular, asimismo realizar menos de diez minutos de calentamiento previo presenta 3 veces mayor riesgo de lesionarse con la lesión citada.

Los factores de riesgo mencionados en el desarrollo del análisis simple representaban un riesgo relativo para la población expuesta, similar a lo obtenido con el presente análisis.

En relación con el bajo índice de masa corporal, González (1998) menciona la falta de una alimentación equilibrada como un factor que favorece la incidencia de lesiones musculares. Paralelamente Santiago et al., 2013 indican los defectos nutricionales como un factor de riesgo, similar a Cardero (2008) que menciona la alimentación inadecuada como riesgo de ruptura muscular. Todo lo anterior se refleja en los resultados obtenidos en este análisis.

La realización de un calentamiento insuficiente o mala técnica, se resume en las causas o condiciones tecnológicas, citadas por Cardero (2008) y Santiago et al. (2013); y de manera específica "(...) la insuficiencia de calentamiento (...) se encuentra frecuentemente en el origen de los accidentes musculares" según González (1998).

Pastre et al., (2005) concuerdan con lo anterior, cuando concluyeron en su estudio que la lesión muscular es el tipo de lesión más común entre los atletas y señalan dentro de los factores de riesgo la realización de ejercicios de estiramiento y calentamiento de forma inadecuada, lo cual reafirma la importancia de realizar estas fases en la práctica deportiva con el fin de prevenir lesiones.

Los factores de riesgo relacionados con el momento de la lesión, el mecanismo de lesión y años de práctica paralelamente no obtuvieron valores de riesgo sino de protección en los datos de OR, tanto en el análisis simple como en el múltiple, lo que se encuentra en contraposición con las referencias bibliográficas revisadas, ya que las lesiones durante los

entrenamientos, el sobreuso como mecanismo de lesión y tener pocos años de práctica podría asociarse a la incidencia de lesiones musculares en atletas.

García y Arufe (2003) indican que "las roturas de fibras demandan una especial atención, sobretodo en atletas de velocidad (...) algunas de las causas que pueden originar esta lesión pueden ser el alto número de contracturas y sobrecargas (...)", lo que resalta la importancia de tener una adecuada técnica deportiva.

González (1998) cita que "el mal entrenamiento, por defecto o por exceso (...) y la fatiga (...)" se asocian a las lesiones musculares. También García y Arufe (2003) señalan que coinciden con otros autores en que "la mayoría de la patología lesional de las carreras en el atletismo se origina por "sobrecarga" debido a un trabajo excesivo sobre articulaciones, músculos y tendones".

Paralelamente Santiago, Arrien, Arrien y Urdampilleta (2013) mencionan que "la intensidad elevada y la duración de una actividad prolongada, pueden facilitar la aparición de lesiones musculares" debido a que "(...) se reduce la capacidad de absorber energía y de generar tensión durante la contracción excéntrica, manteniéndose conservada la capacidad de estiramiento fibrilar", por lo cual se debe "(...) retrasar el grado de fatigabilidad muscular y llevar a cabo un buen trabajo de fuerza-resistencia (...)". Debido a que según Cardero (2008) "el trabajo en anaerobiosis produce demasiado ácido láctico y una acidosis intrafibrilar. Esto se agrava cuando se continúa con el esfuerzo produciéndose un círculo vicioso impidiendo la llegada del aporte sanguíneo y del oxígeno, y provocando un acúmulo de ácido láctico" o sea sobrecarga muscular.

Santiago et al. (2013) complementan al señalar que "(...) la práctica de una inadecuada técnica de carrera conlleva la aparición de procesos de sobrecarga que facilitan el establecimiento de este tipo de lesiones". Lo que se relaciona con atletas que sobreentrenan o que tienen poco tiempo desarrollar la técnica de velocidad. Bahr y Mæhlum (2007) también mencionan que se debe evitar el aumento repentino y exceso de cargas en el entrenamiento para evitar lesiones.

Finalmente los intervalos de confianza similar al análisis simple son de rangos amplios, lo que podría atribuirse a la escasa población estudiada. Asimismo la precisión estadística en ninguno de los factores de riesgo alcanza los valores mínimos para considerar la propuesta con valor estadístico (hipótesis), que similar a los IC se pueden explicar con el reducido número de velocistas universitarios evaluados; sin embargo se consideran los resultados obtenidos como un primer acercamiento a la temática investigada que sirvan de precedente referencial para estudios posteriores que se realicen con los atletas velocistas en Costa Rica.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA**

En el presente capítulo se desarrolla la propuesta de intervención fisioterapéutica preventiva que se plantea en los objetivos de esta investigación. La propuesta se fundamenta a partir de los resultados obtenidos en el capítulo IV del estudio y las investigaciones consultadas.

Relacionado con los resultados de los análisis (Véase capítulo IV), la probabilidad de padecer periostitis y/o ruptura muscular es mayor al realizar una fase de calentamiento y estiramiento deficiente. Aunado a esto, la mayoría de los atletas obtuvieron calificación de 4 (bien) en la escala empleada para medir la fuerza muscular mediante el examen manual muscular (véase anexo 3). Partiendo de lo anterior, surge la necesidad de reforzar los conocimientos relacionados con las actividades de calentamiento, estiramiento y fortalecimiento que propicien la optimización de las condiciones descritas.

Concerniente a la literatura consultada, los autores coinciden en que la estructuración del entrenamiento debe constar de cuatro fases, que son, el calentamiento, el estiramiento, la actividad deportiva en sí y el enfriamiento. Por lo que, en congruencia con al análisis de los datos y la revisión bibliográfica efectuada, se justifica la conformación de esta propuesta, en la cual se plantean lineamientos generales para cada una de las etapas, con el fin de aminorar la prevalencia de lesiones deportivas en los atletas de velocidad.

Las recomendaciones y ejercicios ilustrados en este capítulo van dirigidas principalmente a velocistas, entrenadores y fisioterapeutas, para ser incorporadas de manera complementaria al entrenamiento habitual del atleta de velocidad. De esta manera, tanto velocistas como sus respectivos entrenadores puedan complementar las sesiones de entrenamiento con los ejercicios e irlos adaptando según el rendimiento de cada atleta. Además los terapeutas físicos también pueden disponer de este material y utilizarlo en equipos de atletismo y/o pacientes, fomentando así las medidas preventivas imprescindibles en cada deportista.

El objetivo de esta propuesta es brindar una guía preventiva que permita orientar a atletas de velocidad, encargados y profesionales en salud sobre la prevención de lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores en velocistas, que favorezca la mejora de la condición musculoesquelética y evite o disminuya la incidencia de dichas lesiones en los atletas.

Como meta, se pretende que dicha propuesta pueda integrarse en la estructuración del plan de trabajo deportivo de los velocistas como medida adicional para la prevención de lesiones deportiva.

Referente a las limitaciones que se podrían presentar se destacan la necesidad de equipo como balones suizos, colchonetas, mancuernas, pesas y tablas de equilibrio para la ejecución de algunos de los ejercicios; además la presencia de un profesional encargado del acondicionamiento físico que indique las especificidades del fortalecimiento muscular.

A continuación se presentan los distintos tipos de ejercicios que se dividen de la siguiente manera: ejercicios de calentamiento, ejercicios de estiramiento, ejercicios de fortalecimiento muscular y de enfriamiento. Cada tipo de ejercicio cuenta con justificación, descripción e imagen ilustrativa. Es importante aclarar que la realización de cada ejercicio propuesto debe estar supervisado preferiblemente por alguna persona con conocimiento del tema para la respectiva corrección y optimización de la técnica. Cada ejercicio podría ser adaptado según las necesidades, condición y requerimientos del deportista.

### 5.1. Ejercicios de calentamiento

La fase de calentamiento se compone de un conjunto de ejercicios que van a preparar el cuerpo para la actividad física posterior. Las principales funciones de los ejercicios de calentamiento son mejorar la acción del músculo haciéndolo menos vulnerable a lesión y preparar al atleta para las demandas de la actividad física a realizar (Woods et al., 2007).

Algunos de los principales beneficios del calentamiento son el incremento de la temperatura corporal, mayor volumen de sangre en los tejidos, aumento del intercambio

de oxígeno, menor tiempo de recuperación de los músculos tras el trabajo físico y disminución de riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

Esta fase del entrenamiento se debe incluir antes de la actividad física con el propósito de aminorar o prevenir la incidencia de lesiones deportivas.

#### 5.1.1. Calentamiento general

El calentamiento debe preceder la fase de estiramientos. Radica en la realización de actividades que imiten la práctica deportiva a efectuar para propiciar el aumento de la temperatura corporal.

La intensidad de las actividades podría medirse mediante la sudoración, ya que el calentamiento debe producir sudoración leve sin llegar a fatigar al atleta y generalmente se debe invertir entre 10 y 30 minutos en la ejecución de esta fase. Por lo cual se propone como calentamiento general realizar entre 10 y 30 minutos de carrera continua sin que esta produzca fatiga.

#### 5.1.2. Ejercicios propioceptivos

La implementación de ejercicios propioceptivos se contempla como una técnica efectiva en la prevención de lesiones musculares en deportistas y en el tratamiento de las mismas. Se fundamenta en que los ligamentos poseen propioceptores y cualquier daño en estas estructuras puede cambiar la información aferente percibida por el sistema nervioso central produciendo movimientos no controlados, lo que afecta la estabilidad y aumenta el riesgo de lesión en el atleta (Romero et al., 2012).

La incorporación de ejercicios propioceptivos como parte de la rutina de calentamiento mejora la estabilidad postural y control del centro de gravedad que a largo plazo aumenta la eficiencia en la técnica de carrera (Romero et al., 2012).

Los siguientes ejercicios se deben de realizar como parte adicional del calentamiento general, manteniendo cada ejercicio por 30 segundos en cada lado. La frecuencia y repeticiones de cada ejercicio se realizan según la indicación del entrenador. Para la

ejecución de estos ejercicios se requiere de un balón suizo, dos mancuernas de 2 kilogramos y una tabla de Bohler o de equilibrio.

- Ejercicio propioceptivo 1

Descripción: En bipedestación, el sujeto se coloca sobre la tabla de Bohler, coloca la cara anterior de la pierna derecha sobre el balón suizo que está sobre la tabla. Una vez conseguida la estabilidad, se realizan movimientos de flexión-extensión de hombros con los codos flexionados a 90°. Al pasar 30 segundos, el balón suizo se cambia de pierna.



Imagen 1: autorizada por consentimiento informado (CI) (Véase anexo número 7): ejercicio propioceptivo 1

- Ejercicio propioceptivo 2

Descripción: En bipedestación, el sujeto se coloca sobre la tabla de equilibrio, coloca la cara anterior de la pierna derecha sobre el balón suizo que está sobre la tabla. En cada mano se sostiene una mancuerna de 2 kg. Una vez conseguida la estabilidad, se realizan movimientos de flexión-extensión de hombros con los codos flexionados a 90°. Al pasar 30 segundos, el balón suizo se cambia de pierna y así sucesivamente. Cada semana su puede aumentar el peso de las mancuernas (1,5 kg) y si se quiere añadir dificultad al ejercicio se puede realizar con los ojos cerrados.



Imagen 2: autorizada por CI: ejercicio propioceptivo 2

## 5.2. Ejercicios de estiramiento

Los ejercicios de estiramiento son cruciales en la práctica deportiva debido a que estos permiten elongar el tejido blando y fibras musculares, generando un aumento en la longitud muscular, por ende un mayor arco de movilidad que reduce el riesgo de lesión musculotendinosa durante la actividad física.

Además la ejecución de una adecuada fase de estiramientos provee mejoras en la flexibilidad, aumenta el rendimiento deportivo y disminuye el dolor muscular posterior al ejercicio.

Se deben realizar estiramientos antes y después de la práctica deportiva; y la cantidad de fuerza que se debe de aplicar a cada estiramiento es subjetiva, sin embargo se debe mantener la presión en el punto donde aún no hay dolor.

Asimismo se destaca que los estiramientos de tipo estático mantenidos por 30 segundos y 3 repeticiones aumentan la longitud muscular, al menos por 24 horas, sin embargo el aumento máximo se mantiene en los primeros 15 minutos, por lo que se recomienda realizar el estiramiento 15 minutos antes de la actividad deportiva en sí (Woods et al., 2007).

A partir de lo anterior expuesto se brindan las siguientes indicaciones generales para la ejecución de ejercicios de estiramiento:

- Realizar tres repeticiones de cada ejercicio, adaptados a la estructura muscular, aptitudes físicas y flexibilidad del atleta.
- Mantener cada movimiento de estiramiento por 30 segundos, contando de 1000 en 1000, por ejemplo, 1001, 1002, 1003...1030, que permita completar realmente el tiempo establecido del ejercicio.
- La respiración debe ser lenta, controlada y rítmica, asimismo no se debe dejar de respirar durante la ejecución de los estiramientos.
- El movimiento de estiramiento debe generar una tensión suave sin causar dolor, sólo una sensación de “tirón”.

En seguida se exponen algunos ejercicios de estiramiento de los principales grupos musculares en miembros inferiores.

- Estiramiento de flexores de cadera

Descripción: Primeramente se posiciona en bípedo con piernas separadas al ancho de las caderas, luego con las manos en las caderas, se adelanta una pierna y se flexiona la rodilla contraria y se baja el tronco hasta llegar dicha rodilla al suelo. Estando en esa posición se extiende el pie, de manera que el dorso del pie esté en contacto con el suelo. Progresivamente se intenta bajar la cadera, empujándola hacia adelante. Se realiza por 30 segundos a cada lado.



Imagen 3: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de flexores de cadera

- Estiramiento de extensores de cadera

Descripción: En decúbito supino, flexionar ambas rodillas de manera que ambos pies queden apoyados sobre el suelo. Luego llevar una de las rodillas al pecho sujetando con las manos la cara dorsal del muslo. Mantener la posición por 30 segundos. Repita el ejercicio con la otra pierna.



Imagen 4: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de extensores de cadera

- Estiramiento de abductores de cadera

Descripción: Primero colocarse en decúbito supino con las rodillas extendidas, después flexionar una rodilla y llevarla hacia el lado opuesto, quedando esta sobre la pierna contraria. Sujete el muslo con la mano contralateral y empuje la rodilla hacia el suelo.

El brazo que no está sujetando el muslo debe permanecer en abducción de hombro de 90°, reposando sobre el suelo. Al pasar 30 segundos, cambiar de lado lentamente.

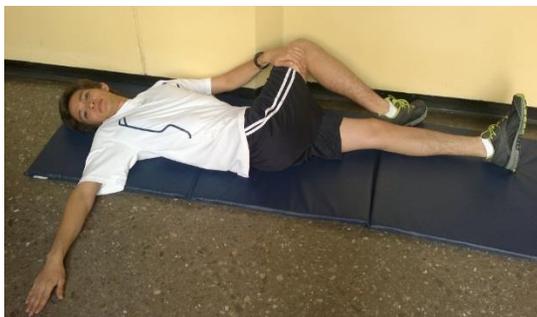


Imagen 5: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de abductores de cadera

- Estiramiento de aductores de cadera

Descripción: En posición sedente, separar miembros inferiores lo más posible, luego girar e inclinar el tronco hacia una de las piernas y reposar sobre ese lado sosteniendo el pie con las manos. Es importante mantener la espalda alineada. Después de 30 segundos cambiar de lado.



Imagen 6: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de aductores de cadera

- Estiramiento de flexores de rodilla

Descripción: En sedente, se coloca una pierna estirada y la otra pierna flexionada tocando el muslo opuesto. Inclina la parte superior del cuerpo hacia el muslo y con los

brazos extendidos coloca sus manos sobre los tobillos. Mantiene la posición por 30 segundos. Repita el ejercicio con la otra pierna.



Imagen 7: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de flexores de rodilla

- Estiramiento de extensores de rodilla

Descripción: En decúbito lateral con ambas piernas extendidas, una sobre otra y el brazo inferior colocado debajo de la cabeza como apoyo; se flexiona la pierna de encima y sujetando el tobillo con la mano se lleva el talón hasta tratar de tocar los glúteos. La espalda se mantiene recta sin rotar la cadera. Luego de 30 segundos se cambia de lado.



Imagen 8: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de extensores de rodilla

- Estiramiento de flexores de tobillo

Descripción: En sedente y con una pierna flexionada sobre la rodilla opuesta se coloca una mano por encima del tobillo y la otra mano sobre los dedos del pie tratando de

cubrir el antepié y la planta del mismo, mientras estos se empujan hacia atrás. Se sostiene el movimiento por 30 segundos y se realiza en el otro pie.



Imagen 9: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de flexores de tobillo

- Estiramiento de extensores de tobillo

Descripción: En bípedo incline el cuerpo hacia delante apoyado en una pared, con una pierna flexionada hacia el frente y la otra extendida, apoyando totalmente ambos pies en el suelo. Flexione los brazos desplazando el peso corporal hacia la pared mientras aumenta el arco de la rodilla flexionada, se mantiene la postura y se repite con la otra pierna. Ejercicio mantenido por 30 segundos a cada lado.



Imagen 10: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de extensores de tobillo

- Estiramiento de flexores de dedos del pie

Descripción: En posición de rodillas con las manos apoyadas en el suelo y los dedos de los pies en hiperextensión, mueve los glúteos hacia atrás y hacia abajo. Mantiene la postura por 30 segundos.



Imagen 11: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de flexores de dedos del pie

- Estiramiento de extensores de dedos del pie

Descripción: En bípedo, con una pierna ligeramente delante de la otra, apoya el antepié y los dedos en el suelo. Presiona los dedos hacia abajo utilizando el peso corporal. Mantiene la postura por 30 segundos y cambia de pie.



Imagen 12: autorizada por CI: ejercicio de estiramiento de extensores de dedos del pie

### 5.3. Ejercicios de fortalecimiento

Los ejercicios de fortalecimiento se emplean con el objetivo de aumentar la fuerza muscular, que permita desarrollar el máximo nivel de potencia y resistencia, y por ende un mejor desempeño deportivo.

Asimismo el fortalecimiento muscular favorece la prevención de lesiones en los atletas, ya que gran parte de las lesiones deportivas se asocian a debilidad muscular o desequilibrios musculares entre la musculatura agonista y antagonista requerida para la realización del gesto deportivo. Por ello se precisa de entrenamiento muscular óptimo enfocado en el trabajo de la fuerza y resistencia muscular, además en la corrección de desequilibrios musculares (Santiago et al., 2013).

Se debe recalcar que la repetición constante de la carrera no garantiza el fortalecimiento de los grupos musculares involucrados, sino contrariamente podría generar la degeneración de las estructuras corporales debido al sobreuso y sobrecarga, por lo cual se requiere incluir como parte del acondicionamiento deportivo de los velocistas el fortalecimiento de la musculatura agonistas y antagonistas involucradas en la ejecución de la carrera que favorezca la prevención de lesiones deportivas.

Seguidamente se ilustran los ejercicios específicos para el entrenamiento de la fuerza en los grupos musculares predominantes en miembros inferiores. Cabe aclarar que el diseño de un adecuado y completo programa de fortalecimiento muscular no es el objetivo del presente estudio, ya que compete principalmente al área de preparadores físicos que son los profesionales que definen las cargas, el número de series y la cantidad de repeticiones para cada ejercicio mencionado, a partir de las características morfológicas y fisiológicas de cada atleta.

- Fortalecimiento de flexores de cadera

Descripción: En decúbito supino con una pierna extendida y la otra con flexión de rodilla, se realiza la elevación del miembro extendido hasta el nivel de la rodilla de la otra pierna. Se vuelve a posición inicial y se realiza en la otra pierna. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 13: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de flexores de cadera

- Fortalecimiento de extensores de cadera

Descripción: En decúbito prono con ambas piernas extendidas y los brazos al lado del cuerpo, se realiza la elevación de una pierna totalmente extendida, sin despegar cadera y tronco del suelo. Se realiza en ambos miembros inferiores. Una variación del ejercicio se produce al elevar la pierna con la rodilla en flexión de 90° para aislar el músculo glúteo mayor. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 14: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de extensores de cadera 1



Imagen 15: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de extensores de cadera 2

- Fortalecimiento de abductores de cadera

Descripción: En decúbito lateral con el miembro inferior de encima extendido y el que se apoya en el suelo con flexión de rodilla, se eleva la pierna extendida. Se realiza en ambos miembros inferiores. La variante es en posición bípeda, buscando separar la pierna de la línea media del cuerpo. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 16: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de abductores de cadera

- Fortalecimiento de aductores de cadera

Descripción: En bípedo con ambos miembros paralelos se realiza el movimiento de una de las piernas extendidas hacia a la línea media del cuerpo, la pierna extendida debe sobrepasar la otra por al frente. Se realiza en el otro miembro inferior. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 17: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de aductores de cadera

- Fortalecimiento de flexores de rodilla

Descripción: En decúbito prono con ambas piernas extendidas, se realiza la flexión de la rodilla de una pierna separándola del suelo un aproximado de 30 centímetros. Se realiza en ambos miembros inferiores. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 18: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de flexores de rodilla

- Fortalecimiento de extensores de rodilla

Descripción: En sedente con ambas rodillas flexionadas, estira una rodilla separando el pie del suelo hasta la altura de la cadera. Se realiza en el otro miembro inferior. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 19: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de extensores de rodilla

- Fortalecimiento de flexores de tobillo

Descripción: En bípedo con ambas piernas extendidas se despega la planta del pie del suelo hasta quedar apoyado sobre los talones. Vuelve a posición neutral y se repite en el otro pie. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 20: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de flexores de tobillo

- Fortalecimiento de extensores de tobillo

Descripción: En bípedo con ambas piernas extendidas se elevan los talones del suelo hasta tener el soporte sobre las puntas de los pies. Vuelve a posición neutra. El preparador físico o entrenador determina la carga, el número de series y las repeticiones.



Imagen 21: autorizada por CI: ejercicio de fortalecimiento de extensores de tobillo

#### 5.4. Ejercicios de enfriamiento

La fase de enfriamiento se realiza posterior al trabajo específico mediante ejercicios de estiramiento de pequeña o moderada intensidad tras la práctica del deporte, que permitan el retorno de las funciones corporales a los niveles de actividad ordinaria.

Debido al aumento de las temperaturas musculares, es más seguro y productivo emplear ejercicios de estiramiento para la fase de enfriamiento, ya que estos aseguran la relajación del músculo, mejoran la circulación a las articulaciones y los tejidos circundantes, y eliminan los productos de desecho no deseados, lo que reduce la rigidez muscular y el dolor (Beedle et al., 2007).

Los ejercicios de estiramiento en esta etapa se deben realizar con menos intensidad que los realizados tras el calentamiento, asimismo es necesario evitar los ejercicios en los que el atleta requiera posicionarse en sedente o decúbito.

A continuación se describen tres ejercicios que pueden emplearse como ejemplo para el desarrollo de esta fase.

- Ejercicio de enfriamiento 1

Descripción: En bípedo coloque la espalda apoyada en una pared, las manos en las caderas y los pies adelantados con los dedos posicionados ligeramente hacia dentro. Flexiona lentamente el tronco hacia delante. Mantiene la postura. Luego con la espalda recta regresa a la posición inicial.



Imagen 22: autorizada por CI: ejercicio de enfriamiento 1

- Ejercicio de enfriamiento 2

Descripción: En bípedo coloque los pies paralelos apoyados en el suelo, las manos sobre las rodillas y el tronco inclinado hacia delante. Mantiene la postura. Posteriormente vuelve lentamente a la posición erguida.



Imagen 23: autorizada por CI: ejercicio de enfriamiento 2

- Ejercicio de enfriamiento 3

Descripción: En bípedo se escoge una barra horizontal o superficie que esté situada a una altura intermedia entre los hombros y las caderas que permita el agarre con las manos. Se coloca a una distancia aproximada de un metro de la barra o superficie, extiende los brazos sobre la cabeza y sujeta la superficie con las manos, realiza una flexión de tronco y arquea lentamente la espalda intentando bajar los hombros. Mantiene la postura y regresa despacio a la posición inicial.



Imagen 24: autorizada por CI: ejercicio de enfriamiento 3

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El siguiente capítulo presenta las conclusiones obtenidas a partir del estudio realizado, además de recomendaciones que podrían ser consideradas por la Escuela de Tecnologías en Salud, FECOA, equipos de atletismo, universidades estatales, terapeutas físicos y velocistas.

#### 6.1. Conclusiones

- Esta investigación se realizó desde el enfoque de promoción de la salud y prevención de lesiones deportivas en velocistas; cuya metodología fue de carácter cuantitativo y observacional descriptivo de corte transversal, lo que permitió analizar los factores de riesgo y prevalencia de lesiones presentes en la población estudiada para posteriormente elaborar una propuesta de intervención fisioterapéutica.
- Actualmente en Costa Rica no existen investigaciones previas relacionadas con factores de riesgo asociados con las lesiones musculoesqueléticas en los atletas de velocidad, por lo cual el presente estudio se postula como un marco referencial para estudios posteriores con dicha población.
- Los velocistas universitarios evaluados son una población particular, ya que a pesar de que pertenecen a los equipos de atletismo que conformaron la investigación, la mayoría de ellos cuentan con horarios de práctica, pistas de entrenamiento y entrenadores paralelos al esquema de los grupos que integran; lo que pudo influir en la prevalencia de lesiones registradas y por ende en los resultados del presente estudio.
- Las cuatro universidades públicas presentes en el estudio poseen equipo de atletismo, sin embargo los atletas que se dedican a atletismo de velocidad en

100, 200 y 400 metros son pocos. Razón por la cual hubo limitaciones para llegar a conclusiones que preferiblemente hubieran tenido precisión estadística significativa referente al valor de "p", con una población mayor, sin embargo con los atletas estudiados se obtuvieron resultados importantes que podrían orientar investigaciones futuras sobre el tema.

- En los datos obtenidos se resalta que en este estudio la mayoría de velocistas presentan bajo peso según el cálculo del índice de masa corporal, lo que según las referencias podría favorecer la incidencia de lesiones musculoesqueléticas como las rupturas musculares.
- Del total de la población estudiada el 85,7% indicaron alguna lesión en miembros inferiores durante el tiempo que llevan practicando el atletismo de velocidad. Asimismo se destaca que de esas lesiones el 68% se produjo durante los entrenamientos, el 69,8% tienen como mecanismo de lesión la sobrecarga muscular y la mayoría se presentaron en miembro inferior derecho, siendo la pierna y el muslo las zonas anatómicas con mayor prevalencia.
- Según tipo de lesión, las que presentaron relevancia porcentual fueron la periostitis tibial, ruptura muscular, esguinces, distensiones, contracturas y tendinitis. Únicamente la periostitis tibial y la ruptura muscular, se presentaron en más del 30% de los velocistas y por lo tanto se emplearon en el análisis simple y múltiple de los resultados. Dichas lesiones podrían prevenirse o aminorar su aparición tomando en cuenta medidas preventivas como evitar el sobreuso de las estructuras anatómicas y realizando un adecuado calentamiento y estiramiento de la musculatura involucrada en la disciplina deportiva.

- Referente a la fuerza muscular medida mediante el examen manual muscular se obtuvo que todos los velocistas se encontraban en un rango de fuerza entre 3 (regular) y 5 (normal), siendo la mayoría con puntuaciones de 4 (bien).
- En cuanto a las habilidades físicas, la mayoría de los velocistas presentaron el calificativo de pobre y muy pobre en la prueba de resistencia aeróbica, dejando manifiesto que esta área podría fomentarse más en las actividades deportivas de los atletas.
- En el análisis simple se tuvo que los atletas que tardan menos de diez minutos realizando el calentamiento, menos de cinco minutos en el tiempo total de estiramientos, que realizan cada movimiento de estiramiento en menos de quince segundos, con sobreuso y efectúan estiramientos mixtos tienen 1 probabilidad más de padecer periostitis. Asimismo los velocistas de sexo femenino, que presentan lesión recidivante y menos de cinco años de practicar la disciplina de velocidad, tienen aproximadamente 2 veces más probabilidad de presentar dicha lesión. Además, durante los entrenamientos hay 7 veces más riesgo de lesionarse de periostitis.
- Paralelamente en el análisis simple de la ruptura muscular, los velocistas que duran menos de diez minutos realizando el calentamiento, menos de cinco minutos en el tiempo total de estiramientos, con movimientos de estiramiento en menos de quince segundos y participan en cinco o más competiciones al año tienen 1 probabilidad mayor de presentar ruptura muscular. Mientras la presencia de bajo peso representa 2 veces mayor riesgo y la ejecución de estiramientos mixtos 4 veces más probabilidad de ruptura muscular.
- El análisis múltiple mostró que ser mujer, tener sobreuso de las estructuras de la tibia y realizar ejercicios de estiramiento por un tiempo menor a cinco minutos podría generar 1 probabilidad más de padecer de periostitis tibial que los atletas

no expuestos. Asimismo el riesgo de lesionarse de periostitis es 2 veces mayor en los velocistas que presentan lesión recidivante.

- En el análisis múltiple de la ruptura muscular se obtuvo que los velocistas que presentan bajo peso manifiestan 5 veces mayor probabilidad de lesión que los atletas con índices de masa corporal en rangos normales. Además los deportistas que realizan menos de diez minutos de calentamiento previo presentan 3 veces mayor riesgo de ruptura muscular.
- La propuesta de intervención fisioterapéutica (Véase capítulo V), contempla ejercicios de calentamiento y estiramientos previos a la actividad deportiva, también ejercicios de fortalecimiento muscular y ejercicios para la fase de enfriamiento, relacionados con los resultados obtenidos en este estudio. Sin embargo esta propuesta se basa en lineamientos generales de prevención, que se brindan de forma complementaria al trabajo deportivo y no pretenden sustituir la práctica habitual de deportistas y entrenadores.
- El papel de la Terapia Física es fundamental en la evaluación musculoesquelética y estudio de los factores de riesgo que presentan los velocistas, para así orientar medidas preventivas en conjunto con el atleta y entrenador.

## 6.2. Recomendaciones

A la Escuela de Tecnologías en Salud:

- Apoyar investigaciones científicas futuras que profundicen en la prevención de lesiones en atletas velocistas por medio de cursos, talleres e investigaciones que promuevan esta temática.

- Enfatizar en el estudiantado la importancia de la realización de propuestas fisioterapéuticas y trabajo interdisciplinario que propicien la práctica saludable del deporte.

#### A FECOA y equipos de atletismo:

- Fomentar la participación activa del terapeuta físico para brindar al atleta un acompañamiento más integral en la práctica deportiva, integrando el equipo multidisciplinario e interviniendo en la formulación del plan de trabajo deportivo del atleta.
- Promover la práctica deportiva saludable y segura para el adecuado acondicionamiento físico de los y las velocistas, mediante la facilitación de equipos, espacios y personal que acompañen al deportista en su preparación deportiva.
- Concientizar a sus atletas y entrenadores en materia de prevención de lesiones musculoesqueléticas, implementando a la práctica deportiva ejercicios como los propuestos en el capítulo V de esta investigación.
- Propiciar los medios tecnológicos para crear un registro común y actualizado de las lesiones deportivas de los atletas velocistas, que permita orientar futuras estrategias preventivas en dicha población.

#### A las universidades estatales:

- Fomentar la investigación científica en el área de la salud deportiva, teniendo en cuenta que las universidades participantes en sus estatutos orgánicos consideran la formación académica, la acción social y la investigación como parte fundamental de sus propósitos, como lo indica el Artículo 1 del Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica al citar que dicha institución se "(...) dedicada a la enseñanza, la investigación, la acción social, el estudio, la meditación, la creación

artística y la difusión del conocimiento" (Universidad de Costa Rica, 2005). La misma línea de propósitos se presentan también en la UNA, UNED y TEC.

- Facilitar a los velocistas universitarios la utilización de los gimnasios acondicionados dentro de las instalaciones universitarias para la realización de ejercicios de acondicionamiento físico general, que favorezca el rendimiento deportivo y prevenga las lesiones musculoesqueléticas.
  
- Incluir la participación del terapeuta físico en los equipos de atletismo universitario donde este pueda contribuir en la salud del deportista mediante la elaboración y ejecución de programas preventivos y el manejo terapéutico adecuado de las lesiones deportivas.

A los terapeutas físicos:

- Asumir un papel más activo en la intervención con atletas de velocidad, desarrollando proyectos orientados a la promoción de la salud y prevención de lesiones musculoesqueléticas.
  
- Realizar estudios a nivel nacional en conjunto con instancias como lo son las federaciones, comités cantonales, colegios profesionales y universidades, que permitan una mayor indagación del tema en cuanto a factores de riesgo y lesiones deportivas en los velocistas.

A los atletas velocistas:

- Mantener un control de salud periódico y completo, de preferencia con un equipo multidisciplinario y ante una molestia o lesión consultar a un profesional de la salud (médico y/o terapeuta físico) para su adecuado manejo.

- Priorizar el tema de prevención de lesiones, implementando recomendaciones como las brindadas en el capítulo V de esta investigación a su práctica deportiva.

## Referencias bibliográficas

- Arcas M., Gálvez D., León J., Paniagua S. & Pellicer M. (2004). *Manual de fisioterapia. Generalidades*. España: Mad.
- Asociación Deportiva Filial Club UCR. Obtenido desde <http://www.clubdefutbolucr.org/>
- Association of Athletics Federations (IAAF). (2008). Medical Area. Obtenido desde <http://www.iaaf.org/medical/manual/index.html>
- Association of Athletics Federations (IAAF). Obtenido desde [www.iaaf.org](http://www.iaaf.org)
- Association of Athletics Federations (IAAF). (2008). Track and field facilities manual. Obtenido desde <http://www.iaaf.org/competitions/technical/regulations/index.html>
- Bahr R. & Mæhlum S. (2007). *Lesiones Deportivas: Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Beaglehole R., Bonita R. & Kjellstrom T. (1994). *Epidemiología básica*. Washington, Estados Unidos: OPS.
- Beck B. (1998). Tibial Stress Injuries. *Sports Med*, 26(4), 265-279.
- Beedle B., Leydig S., Carnucci J. (2007). No difference in pre- and postexercise stretching on flexibility. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21 (3), 780-783.
- Bernal C. (2000). *Metodología de la investigación para administración y economía*. Colombia: Pearson.
- Cardero M. (2008). Lesiones musculares en el mundo del deporte. *Revista de Ciencias del Deporte*, 4 (1), 13-19.
- Chaitow L. & Walter J. (2006). *Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. Tomo II: extremidades inferiores*. Barcelona, España: Paidotribo.

- Chu D. (2006). *Ejercicios pliométricos. Deporte y entrenamiento*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Cluett J. (2009). Running Injury. Obtenido desde <http://orthopedics.about.com/cs/sportsmedicine/a/runninginjury.html>
- Comisión Nacional del Deporte (1998). Manual para el entrenador de atletismo. Obtenido desde <http://cedaf.guanajuato.gob.mx/archivos/capacitacion/Manual%20de%20Atletismo%20Nivel%203,%20estructura%20de%20diez%20niveles.pdf>
- Córdoba R. (2012). Terapeuta físico de los atletas de la UCR. Entrevista realizada el 03 de mayo del 2012.
- Daza J. (2007). *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*. Colombia: Médica Panamericana.
- Edelman C. & Mandle C. (1998). *Health promotion throughout the lifespan*. St Louis, Estados Unidos: Mosby.
- España, Ministerio de Educación y Ciencia. (2004). Educación y deporte. *Revista de Educación*.
- Federación Costarricense de Atletismo (FECO A). Obtenido desde [www.fecoa.org](http://www.fecoa.org)
- Fernández R. (2009). Tratamiento de las principales lesiones musculares. Rehabilitación y Fisioterapia. Obtenido desde <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/1718/1/Tratamiento-de-las-principales-lesiones-musculares->
- Fletcher, R., Fletcher, S. & Wagner, E. (1998). *Epidemiología clínica*. Barcelona. Masson-Williams & Wilkins.
- Flores J. (2012). Terapeuta físico de los atletas de la UCR. Entrevista realizada el 09 de mayo del 2012.

- Fredericson M., Jennings F., Beaulieu C. & Matheson G. (2006). Stress fractures in atletas. *Top Magn Reson Imaging*, 17(5).
- Gallego T. (2007). *Bases teóricas y fundamentos de la fisioterapia*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- García J. & Arufe V. (2003). Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3, 260-270. Obtenido desde <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista12/artlesiones.html>
- García J. & Arufe V. (2005). Prevención de lesiones en los saltos, lanzamientos y carreras. *Revista Kronos*, 4(7), 23-25. Obtenido desde [http://www.revistakronos.com/docs/File/kronos/7/kronos\\_7\\_3.pdf](http://www.revistakronos.com/docs/File/kronos/7/kronos_7_3.pdf)
- Gaviria A. (2009). La salud como producto social. Obtenido desde [aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/.../view.php?...true](http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/.../view.php?...true)
- González J. (1998). Lesiones musculares y deporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 4(2). Obtenido desde [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EJdiaU7i6cJ:www.scielo.br/scielo.php%3Fpid%3DS151786921998000200002%26script%3Dsci\\_arttext+http://www.scielo.br/scielo.php%3Fpid%3DS151786921998000200002%26script%3Dsci\\_arttext%26tling%3Dpt&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cr](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EJdiaU7i6cJ:www.scielo.br/scielo.php%3Fpid%3DS151786921998000200002%26script%3Dsci_arttext+http://www.scielo.br/scielo.php%3Fpid%3DS151786921998000200002%26script%3Dsci_arttext%26tling%3Dpt&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cr)
- Gudiel M. (s.f.). Niveles de prevención. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Obtenido desde <http://www.dasescuintla.net/files/prevencion05.pdf>
- Guio F. (2007). Medición de las capacidades físicas en escolares bogotanos aplicable en espacios y condiciones limitadas. *Educación Física y Deporte. Universidad de Antioquía*.
- Gutiérrez J. (s.f.). Ejercicios de estiramiento. Obtenido desde: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-ejer/estiramientos\\_1.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-ejer/estiramientos_1.pdf)

- Hegedus J. (1999). Estructura y fundamentos de la velocidad en el atletismo. *Revista digital efdeportes.com*.
- Hernández R. (s.f). Metodología de la investigación. Mc Graw-Hill.
- Hornillos I. (2000). Atletismo. Barcelona, España: INDE Publicaciones.
- Imboden J., Hellmann D. & Stone J. (2011). *Current Rheumatology Diagnosis & Treatment*.
- Jonhagen S., Nemeth G. & Eriksson E. (1994). Hamstring Injuries in Sprinters: The Role of Concentric and Eccentric Hamstring Muscle Strength and flexibility. *American Journal of Sports Medicine*, 22(2), 262-266.
- Jovičić M., Jovičić V., Hrković M & Lazović M. (2014). Medial Tibial Stress Syndrome: Case Report. *Med Pregl*, LXVII (7-8), 247-251.
- Key V. (2007). Leg Pain in runners. *Current opinion in orthopaedics*, 18, 161-165.
- Kubo K., Ikebukuro T., Yata H., Tomita M. & Okada M. (2011). Morphological and mechanical properties of muscle and tendon in highly trained sprinters. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 336-344.
- Lalín C. (2008). La readaptación lesional (II parte): reentrenamiento físico deportivo del deportista lesionado. *RED: Revista de entrenamiento deportivo*, 3, 29-37.
- Martínez E., Agudelo A. & González S. (2009). El mercadeo social: una disciplina que fortalece el fomento de la salud bucal en Colombia. *Revista CES Odontología*, 22(2).  
Obtenido desde <http://bdigital.ces.edu.co/ojs/index.php/odontologia/article/viewFile/345/620>
- Martínez F. (1998). *Salud Pública*. Madrid, España: Mc Graw Hill Interamericana.
- Martínez M., Pastor J. & Sendra F. (s.f). *Manual de Medicina Física*. Barcelona, España: Harcourt.

- Mazzeo E. & Mazzeo E. (2008). *Atletismo para todos: carreras, saltos lanzamientos*. Buenos Aires, Argentina: Stadium.
- Méndez R. (2011). Entrenador de Atletismo. Entrevista realizada el 17 de mayo del 2011.
- Medina E. (2003). *Actividad física y salud integral*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Minoves M. (2001). La gammagrafía ósea en el diagnóstico y valoración de las lesiones deportivas. *Rev. Esp. Med. Nuclear*, 20, 132-152. Obtenido desde [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=12004256&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=125&ty=56&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=125v20n02a12004256pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=12004256&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=125&ty=56&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=125v20n02a12004256pdf001.pdf)
- Miralles R. & Miralles I. (2007). *Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor*. Barcelona, España: MASSON.
- Moen M., Tol J., Weir A., Steunebrink M & De Winter T. (2009). Medial Tibial Stress Syndrome. *Sports Med*, 39 (7), 523-546.
- Molano J. (2006). La periostitis. Obtenido desde <http://www.fuerzaycontrol.com/salud-y-ejercicio/lesiones/oseas/la-periostitis-i-sintomas-y-causas-2/>
- Muñiz J. (2006). El entrenamiento de la resistencia a la velocidad de los corredores y corredoras de 100 metros planos.
- Muñoz J. (2001). Definición de deporte. *Revista Quincena 2*. Obtenido desde [http://www.icoder.go.cr/fileadmin/usuarios/documentos/Centro\\_Informacion/Varios/Definicion\\_de\\_Deporte.pdf](http://www.icoder.go.cr/fileadmin/usuarios/documentos/Centro_Informacion/Varios/Definicion_de_Deporte.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2002). Capítulo 2 Definición y evaluación de los riesgos para la salud. *Informe sobre la salud en el mundo 2002 - Reducir los riesgos y promover una vida sana*. Obtenido desde <http://www.who.int/whr/2002/en/Chapter2S.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (1986). Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud.

- Organización Mundial de la Salud. (2003). La OMS lanza una iniciativa mundial para la celebración anual del día por tu salud, muévete para promover los beneficios de la actividad física. Obtenido desde <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr15/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). Preguntas más frecuentes. Obtenido desde <http://www.who.int/suggestions/faq/es/index.html>
- Organización Mundial de la Salud. (1998). Promoción de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud. (2002). Recomendaciones para niños y adultos. Obtenido desde [http://www.ops.org.bo/dias\\_mundiales/2002/diasmundiales/whd/mateducativo/hoja4.pdf](http://www.ops.org.bo/dias_mundiales/2002/diasmundiales/whd/mateducativo/hoja4.pdf)
- Ortega R. (1992). *Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Ortíz H. (2011). Coordinador del Área Deportiva de la Universidad de Costa Rica. Entrevista realizada el 08 de junio del 2011.
- Osorio J., Clavijo M., Arango E., Patiño S. & Gallego I. (2007). Lesiones deportivas. *IATREIA*, 20(2).
- Pastre C., Filho G., Monteiro H., Júnior J. & Padovani C. (2005). Sports injuries in Brazilian elite of the athletics: study based on referred morbidity. *Bras Med Esporte*, 11(1), 48-52.
- Pizarro H. (2008). Salud Pública en el Siglo XXI. Obtenido desde <http://famed.ujed.mx/sp/SALUD%20PuBLICA%20EN%20EL%20SIGLO%20XX1.pdf>
- Platonov V. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico*. Barcelona, España: Paidotribo.

- Polischuk V. (2003). *Atletismo: iniciación y perfeccionamiento*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Quintana A. & Britton R. (2007). La influencia de los ejercicios especiales de fuerza sobre la técnica en los corredores de 400 metros planos de la EIEFD en el macrociclo 2005-2006. *Revista digital efdeportes.com*.
- Quirós A., Sánchez M. & Zamora I. (2011). *Propuesta de una guía para la prevención de alteraciones musculoesqueléticas en practicantes de Gimnasia Rítmica Deportiva de las categorías Pioneril e Infantil A, pertenecientes a las Asociaciones Ramonense de Gimnasia Rítmica, Deportiva de Gimnasia ARTZU y Deportiva de Gimnasia Calderón, durante los meses de marzo del 2010 a enero del 2011*. (Tesis de Licenciatura) Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Ramos R. & Ramos L. (2010). Alternativa en la planificación de los contenidos de entrenamiento de los corredores de velocidad en 100 y 200 metros. *Revista digital efdeportes.com*.
- Real Academia Española. (2011). Deporte. Obtenido desde [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual?TIPO\\_HTML=2&LEMA=deporte](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual?TIPO_HTML=2&LEMA=deporte)
- Rius J. (2005). *Metodología y técnicas de atletismo*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Romero N., Martínez E., Lomas R., Hita F. & Martínez A. (2012). Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2071–2077.
- Sáez de Villarreal E., Requena B. & Cronin J. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: A Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 575-584.
- Sáez M., Sánchez I., Navarro A. & Martín M. (2005). *Tasas de prevalencia, incidencia y recurrencia: bases estadísticas y algoritmos de estandarización con SPSS*. Barcelona, España: Servei de Publicacions.

- Salazar W. (2012). Entrenador de Atletismo. Entrevista realizada el 09 de mayo del 2012.
- Santiago R., Arrien A., Arrien J. & Urdampilleta A. (2013) Lesiones musculares en la actividad física y el deporte. *Revista Digital efdeportes*. Obtenido desde <http://www.efdeportes.com/>
- Secretaría de Salud / Hospital Juárez. (s.f.). Concepto y Principios de la Bioética. Obtenido desde [http://www.hjc.salud.gob.mx/interior/Bioetica/CONCEPTO\\_Y\\_PRINCIPIOS\\_DE\\_LA\\_BIOXTICA.pdf](http://www.hjc.salud.gob.mx/interior/Bioetica/CONCEPTO_Y_PRINCIPIOS_DE_LA_BIOXTICA.pdf)
- Sherry E. & Wilson S. (2002). *Manual Oxford de Medicina Deportiva*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Siff M. & Verkhoshansky Y. (2004). *Superentrenamiento*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Silva T. (2006). Control de la intensidad de carga de entrenamiento en jugadoras de baloncesto U18 de alto nivel. *Revista Digital efdeportes*. Obtenido desde <http://www.efdeportes.com/>
- Siqueira C., Mota F., Furginelli M. & Greve J. (2002). Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. S. Paulo*, 57(1), 19-24.
- Topend Sports. (s.f.). Sit and Reach Flexibility Test. Obtenido desde <http://www.topendsports.com>
- Universidad de Costa Rica. (2005). Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica. Octava Edición. Obtenido desde [http://cu.ucr.ac.cr/normativ/estatuto\\_organico.pdf](http://cu.ucr.ac.cr/normativ/estatuto_organico.pdf)
- Urina & Triana, M. (2002). *Evaluación de riesgo cardiovascular. Medicina interna y cardiología*. Bogotá, Colombia: Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Javeriana.

- Valbuena R. (2005). Calidad física: coordinación. Evaluación y normas para su clasificación.
- Vargas R. (2007). *Diccionario de teoría del entrenamiento deportivo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Varo J., Martínez A. & Martínez, M. (2003). Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. *Med Clin*, 121(17), 665-672.
- Vega L. (2002). Ideas, creencias y percepciones acerca de la salud. Reseña histórica. *Salud Pública*, 44, 258-265.
- Weineck J. (2001). *Salud, ejercicio y deporte*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Wilmore J. & Costill D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Woods K., Bishop P., Jones E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med*, 37 (12), 1089-1099.
- Worthingham's D. (s.f.). *Pruebas Funcionales Musculares*. MARBAN.
- Yeung S., Suen A. & Yeung E. (2009). A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med*, 43, 589–594.

# Anexos



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN  
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO**

Teléfono:(506) 2511-4201    Telefax: (506) 2224-9367

Facultad de Medicina  
Escuela de Tecnologías  
en Salud

**FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

“Propuesta de intervención fisioterapéutica para la prevención de las principales lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en velocistas de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica”

Código (o número) de proyecto: \_\_\_\_\_

Nombre de las Investigadoras: Bach. Diana Hernández Zúñiga  
Bach. Angélica Marengo García

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

- A. PROPÓSITO DEL PROYECTO:** Este estudio busca diseñar una propuesta fisioterapéutica para la prevención de las principales alteraciones musculoesqueléticas en miembros inferiores a partir del análisis de los factores de riesgo en velocistas de los equipos de atletismo de la UCR, UNA, UNED y TEC. Con esta investigación se pretende contribuir al conocimiento por medio del aporte de información acerca de este deporte y cómo prevenir lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores.
- B. ¿QUÉ SE HARÁ?:** Se realizarán un registro de lesiones deportivas a cada atleta, un examen manual muscular (valoración de la fuerza muscular), evaluación goniométrica (medición de arcos de movilidad), evaluación de habilidades físicas y observación de los entrenamientos. En este estudio no se realizarán métodos invasivos a la integridad física o emocional de los participantes.
- C. RIESGOS:** La participación en este estudio puede significar cierta molestia para usted ya que se le realizarán valoraciones físicas (anteriormente indicadas), las cuales requieren su disponibilidad en relación al tiempo para la ejecución de cada una de ellas.
- D. BENEFICIOS:** Como resultado de su participación en este estudio, no obtendrá ningún beneficio directo, sin embargo, se le brindará los resultados de dicha investigación como parte del proceso de retroalimentación.
- E.** Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con la Bach. Diana Hernández Zúñiga y Bach. Angélica Marengo García y ellas deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información, puede obtenerla llamando a Diana Hernández al teléfono 8997 6490 y/o Angélica Marengo al teléfono 8685 9753. Además, puede consultar sobre los derechos de los Sujetos Participantes en Proyectos de Investigación a la Dirección de Regulación de Salud del Ministerio de Salud,





HOJA DE REGISTRO DE LESIONES

Código del atleta:	Equipo: 1. UCR 2. UNA 3. UNED 4. TEC		
Edad: _____ años	Sexo: 1. Mujer 2. Hombre	Dominancia: 1. Derecha 2. Izquierda	
Peso: _____ kg.	Talla: _____ m.	IMC: 1. Bajo peso 2. Peso normal 3. Sobrepeso	

**I. DATOS GENERALES**

**A. Momento de la lesión**

1. Entrenamiento
2. Competición
3. Sin relación con el deporte

**B. Estiramiento previo**

1. Sí
2. No

**C. Calentamiento previo**

1. Sí
2. No

**D. Lesión recidivante**

1. Sí
2. No

**E. Mecanismo lesión**

1. Traumatismo directo
2. Sobreuso

**II. DATOS ESPECÍFICOS**

**A. Localización general**

1. Miembro inferior derecho
2. Miembro inferior izquierdo

**B. Localización específica**

1. Cadera
2. Muslo
3. Rodilla
4. Pierna
5. Tobillo
6. Pie
7. Ortejos

**C. Clasificación de la lesión**

1. Muscular
2. Ligamentosa
3. Articular
4. Ósea

**D. Tipo de lesión**

1. Contusión
2. Contractura
3. Elongación o distensión
4. Calambre
5. Ruptura fibrilar
6. Ruptura muscular
7. Hernia muscular
8. Miositis osificante
9. Ruptura ligamentosa
10. Subluxación
11. Luxación
12. Esguince
13. Tendinitis
14. Bursitis
15. Fisura

16. Fractura

17. Artrosis

18. Algia

19. Perostitis

20. Fascitis plantar

21. Pubalgia

**E. Evolución**

1. Menos de un mes
2. Menos de 6 meses
3. Menos de un año
4. De 1 a 3 años
5. Más de 3 años

**F. Momento de tratamiento**

1. Inmediato
2. Después de la lesión
3. No recibió

**G. Tipo de tratamiento**

1. Farmacológico
2. Fisioterapéutico
3. Otro
4. Ninguno

**H. Actualmente le molesta**

1. Sí
2. No

**III. DATOS ADICIONALES: PRÁCTICA DEPORTIVA**

**A. Años de práctica**

1. Menos de 2 años
2. De 2 a 4 años
3. De 5 a 7 años
4. Más de 7 años

**B. Horas de entrenamiento por semana**

1. De 2 a 4 horas
2. De 5 a 7 horas
3. De 8 a 10 horas
4. Más de 10 horas

**C. Cantidad de competiciones anuales**

1. De 1 a 2
2. De 3 a 4
3. Más de 5
4. Ninguna

**D. Práctica de otra disciplina deportiva**

1. Sí
2. No

**E. Medidas de prevención**

1. Vendaje funcional
2. Férula
3. Otro
4. Ninguna



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Facultad de Medicina**  
**Escuela de Tecnologías en Salud**  
**TERAPIA FÍSICA**



**EXAMEN MANUAL MUSCULAR**  
**Miembro inferior**

Código del atleta:		
Equipo: 1. UCR 2. UNA 3. UNED 4. TEC	Edad: _____ años	Sexo: 1. Mujer 2. Hombre

_ / _ / _ _ _	Fecha	_ / _ / _ _ _
<b>i.Izquierda</b>		<b>d.Derecha</b>
<b>I. CADERA</b>		
<b>A. Flexión</b>		
	1. Iliopsoas + Recto Femoral	
	2. Sartorio	
<b>B. Extensión</b>		
	1. Glúteo mayor + Isquiotibiales	
	2. Glúteo Mayor	
<b>C. Abducción</b>		
	1. Glúteo medio + Tensor de la fascia lata	
	2. Glúteo medio	
	3. Tensor de la fascia lata	
<b>D. Aducción</b>		
	1. Aductor mayor, largo y corto + grácil + pectíneo	
<b>E. Rotación interna</b>		
	1. Glúteo menor	
<b>F. Rotación externa</b>		
	1. Obturador interno y externo + Gemelo superior e inferior + piramidal + cuadrado femoral	
<b>II. RODILLA</b>		
<b>A. Flexión</b>		
	1. Isquiotibiales	
	2. Bíceps Femoral	
	3. Semitendinoso + Semimembranoso	
<b>B. Extensión</b>		
	1. Cuádriceps	
<b>III. TOBILLO</b>		
<b>A. Flexión plantar</b>		
	1. Gastronemio + sóleo + plantar	
	2. Sóleo	
<b>B. Dorsiflexión</b>		
	1. Tibial anterior	

<b>C. Inversión</b>		
	1. Tibial anterior + Tibial posterior	
<b>D. Eversión</b>		
	1. Peroneo lateral largo y corto + tercer peroneo	
<b>IV. DEDOS</b>		
	1. Flexor corto	
	2. Flexor largo	
	3. Extensor corto	
	4. Extensor largo	
<b>V. DEDO GORDO</b>		
	1. Flexor corto	
	2. Flexor largo	
	3. Extensor corto	
	4. Extensor largo	

Observaciones:
Nombre de evaluadora:

Fuente: Instrumento adaptado, a partir del documento elaborado por la carrera de Bach. y Lic. en Terapia Física de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
Facultad de Medicina  
Escuela de Tecnologías en Salud  
TERAPIA FÍSICA



GONIOMETRÍA  
Miembro inferior

Código del atleta:		
Equipo: 1. UCR 2. UNA 3. UNED 4. TEC	Edad: _____ años	Sexo: 1. Mujer 2. Hombre

__/__/____	Fecha	__/__/____
i. Izquierda		d. Derecha
<b>I. CADERA</b>		
	A. Flex (Rodilla flex) 125°	
	B. Flex (Rodilla ext) 90°	
	C. Ext 20° - 30°	
	D. ABD 45°	
	E. ADD 20°	
	F. Rotación externa 45°	
	G. Rotación interna 45°	
<b>II. RODILLA</b>		
	A. Flexión 140°	
	B. Extensión 0°	
<b>III. TOBILLO</b>		
	A. Flexión plantar 45°	
	B. Dorsiflexión 20°	
	C. Inversión pie 35°	
	D. Eversión pie 25°	
<b>IV. DEDOS PIE</b>		
	A. Flexión MTF 40°	
	B. Flexión IFP 45°	
	C. Flexión IFD 60°	
	D. Extensión MTF 60°	

Observaciones:
Nombre de evaluadora:

Fuente: Instrumento adaptado, a partir del documento elaborado por la carrera de Bach. y Lic. en Terapia Física de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica.



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Facultad de Medicina**  
**Escuela de Tecnologías en Salud**  
**TERAPIA FÍSICA**



**HOJA DE EVALUACIÓN DE HABILIDADES FÍSICAS**

Código del atleta:		
Equipo: 1. UCR 2. UNA 3. UNED 4. TEC	Edad: _____ años	Sexo: 1. Mujer 2. Hombre

**I. PRUEBA DE SIT AND REACH (Flexibilidad)**

**A. Resultados \_\_\_\_\_ centímetros**

**II. PRUEBA DE COORDINACIÓN (Coordinación)**

**A. Duración \_\_\_\_\_ segundos**

**III. BEEP TEST (Resistencia aeróbica)**

**A. Duración: \_\_\_\_\_**

## TABLAS

**Tabla de clasificación de la coordinación de la prueba Sit and Reach**

	men		women	
	cm	inches	cm	inches
super	> +27	> +10.5	> +30	> +11.5
excellent	+17 to +27	+6.5 to +10.5	+21 to +30	+8.0 to +11.5
good	+6 to +16	+2.5 to +6.0	+11 to +20	+4.5 to +7.5
average	0 to +5	0 to +2.0	+1 to +10	+0.5 to +4.0
fair	-8 to -1	-3.0 to -0.5	-7 to 0	-2.5 to 0
poor	-20 to -9	-7.5 to -3.5	-15 to -8	-6.0 to -3.0
very poor	< -20	< -7.5	< -15	< -6.0

Fuente: Topend Sports. (s.f.). Sit and Reach Flexibility Test. Obtenido desde <http://www.topendsports.com>

Nota: Traducción propia al español, men: hombre; women: mujer; cm: centímetros; inches: pulgadas; super: super; excellent: excelente; good: bueno; average: promedio; fair: regular; poor: pobre; very poor: muy pobre.

### **Tablas de clasificación cualitativa de la coordinación según edad**

Tablas de clasificación cualitativa de la coordinación para grupo de 17 a 18 años

COORDINACIÓN (SEG)	MASCULINO (SEG)		FEMENINO (SEG)	
5.- EXCELENTE	≤ 11,48		≤ 12,75	
4.- BUENO	11,49	12,40	12,76	13,48
3.- PROMEDIO	12,41	14,23	13,49	14,94
2.- ESCASO	14,24	15,15	14,95	15,67
1.- POBRE	≥ 15,16		≥ 15,68	

Tablas de clasificación cualitativa de la coordinación para grupo de 19 a 20 años

COORDINACIÓN (SEG)	MASCULINO (SEG)		FEMENINO (SEG)	
5.- EXCELENTE	≤ 9,96		≤ 12,15	
4.- BUENO	9,97	11,70	12,16	13,29
3.- PROMEDIO	11,71	15,18	13,30	15,55
2.- ESCASO	15,19	16,93	15,56	16,69
1.- POBRE	≥ 16,94		≥ 16,70	

Tablas de clasificación cualitativa de la coordinación para grupo de 21 a 25 años

COORDINACIÓN (SEG)	MASCULINO (SEG)		FEMENINO (SEG)	
5.- EXCELENTE	≤ 10,98		≤ 11,46	
4.- BUENO	10,99	12,08	11,47	13,04
3.- PROMEDIO	12,09	14,25	13,05	16,21
2.- ESCASO	14,26	15,35	16,22	17,80
1.- POBRE	≥ 15,36		≥ 17,81	

Tablas de clasificación cualitativa de la coordinación para grupo de 26 a 30 años

COORDINACIÓN (SEG)	MASCULINO (SEG)		FEMENINO (SEG)	
5.- EXCELENTE	≤ 10,98		≤ 11,46	
4.- BUENO	10,99	12,08	11,47	13,04
3.- PROMEDIO	12,09	14,25	13,05	16,21
2.- ESCASO	14,26	15,35	16,22	17,80
1.- POBRE	≥ 15,36		≥ 17,81	

Fuente: Valbuena R. (2005). Calidad física: coordinación. Evaluación y normas para su clasificación.

**Tabla de clasificación de la prueba Beep Test**

	men	women
excellent	> 13	> 12
very good	11 - 13	10 - 12
good	9 - 11	8 - 10
average	7 - 9	6 - 8
poor	5 - 7	4 - 6
very poor	< 5	< 4

Fuente: Topend Sports. (s.f.). Sit and Reach Flexibility Test. Obtenido desde <http://www.topendsports.com>

Nota: Traducción propia al español, men: hombre; women: mujer; excellent: excelente; very good: muy bueno; good: bueno; poor: pobre; very poor: muy pobre.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
Facultad de Medicina  
Escuela de Tecnologías en Salud  
TERAPIA FÍSICA



GUÍA DE OBSERVACIÓN DE ENTRENAMIENTOS

**I. GENERALIDADES**

**A. Terreno**

1. Pista de atletismo según IAFF
2. Pista de atletismo irregular
3. Pista de atletismo cemento
4. Pista de atletismo césped
5. Otro

**B. Calzado**

1. Deportivo con menos de 6 meses o menos de 400 millas (644 km.)
2. Deportivo con más de 6 meses o más de 400 millas (644 km.)
3. No deportivo

**C. Vestimenta**

1. Deportiva
2. No deportiva

**II. TÉCNICA DE CALENTAMIENTO**

**A. Ejecución**

1. Sí, siempre
2. Sí, a veces
3. No

**B. Tiempo total de calentamiento**

1. Menos de 5 minutos
2. 5 minutos
3. De 6 a 10 minutos
4. De 11 a 15 minutos
5. Más de 15 minutos

**C. Cantidad de actividades totales**

1. Una
2. De 2 a 4
3. De 5 a 7
4. Más de 7

**D. Nivel de concentración**

1. Muy Bueno
2. Bueno
3. Regular
4. Deficiente

**E. Dinámica del calentamiento**

---

---

### III. TÉCNICA DE ESTIRAMIENTO

#### A. Ejecución

1. Sí, siempre
2. Sí, a veces
3. No

#### B. Tiempo total de estiramiento

1. Menos de 5 minutos
2. 5 minutos
3. De 6 a 10 minutos
4. De 11 a 15 minutos
5. Más de 15 minutos

#### C. Tiempo por movimiento

1. Menos de 15 segundos
2. De 15 a 20 segundos
3. De 20 a 30 segundos
4. Más de 30 segundos

#### D. Grupos musculares

1. Flexores de cadera
2. Extensores de cadera
3. Aductores de cadera
4. Abductores de cadera
5. Rotadores internos de cadera
6. Rotadores externos de cadera
7. Flexores de rodilla
8. Extensores de rodilla
9. Flexores de tobillo
10. Extensores de tobillo
11. Aductores de tobillo
12. Abductores de tobillo
13. Otro

#### E. Tipo de estiramiento

1. Sostenidos
2. Balísticos
3. Mixtos

#### F. Tomas

1. Sobre articulación
2. Sobre vientre muscular

#### G. Nivel de concentración

1. Muy Bueno
2. Bueno
3. Regular
4. Deficiente

#### H. Dinámica del estiramiento

---

---



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN  
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO**

Teléfono:(506) 2511-4201    Telefax: (506) 2224-9367

**FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Propuesta de intervención fisioterapéutica para la prevención de las principales lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en velocistas de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica.

Código (o número) de proyecto: \_\_\_\_\_

Nombre de las Investigadoras: Bach. Diana Hernández Zúñiga  
Bach. Angélica Marengo García

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

- **PROPÓSITO DEL PROYECTO:** Este estudio busca diseñar una propuesta fisioterapéutica para la prevención de las principales alteraciones musculoesqueléticas en miembros inferiores a partir del análisis de los factores de riesgo en velocistas de los equipos de atletismo de la UCR, UNA, UNED y TEC. Con esta investigación se pretende contribuir al conocimiento por medio del aporte de información acerca de este deporte y cómo prevenir lesiones musculoesqueléticas en miembros inferiores.
- **¿QUÉ SE HARÁ?:** Se le tomarán fotografías realizando los diferentes ejercicios que se exponen en la propuesta de intervención fisioterapéutica, por lo que las fotos estarán en el capítulo V del Trabajo Final de Graduación.
- **RIESGOS:** La participación en este estudio puede significar cierta molestia para usted ya que tendrá que realizar varias veces cada uno de los ejercicios, los cuales requieren su disponibilidad en relación al tiempo para la ejecución de cada uno de ellos.
- **BENEFICIOS:** Como resultado de su participación en este estudio, no obtendrá ningún beneficio directo.

- Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con la Bach. Diana Hernandez Zúñiga y Bach. Angélica Marengo García y ellas deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información, puede obtenerla llamando a Diana Hernández al teléfono 8997 6490 y/o Angélica Marengo al teléfono 7013 1557. Además, puede consultar sobre los derechos de los Sujetos Participantes en Proyectos de Investigación a la Dirección de Regulación de Salud del Ministerio de Salud, al teléfono 22-57-20-90, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica **a los teléfonos 2511-4201 ó 2511-5839**, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.
- Recibirá una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.
- Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a discontinuar su participación en cualquier momento, sin que esta decisión le afecte.
- Las fotos podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica.
- No perderá ningún derecho legal por firmar este documento.

## **CONSENTIMIENTO**

He leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a participar en este estudio.

---

Nombre, cédula y firma del sujeto (niños mayores de 12 años y adultos)	Fecha
--	-------

---

Nombre, cédula y firma del testigo	Fecha
------------------------------------	-------

---

Nombre, cédula y firma del investigador que solicita el consentimiento	Fecha
--	-------